

ディープテック・スタートアップへの期待と課題

調査部 上席主任研究員 岩崎 薫里

目 次

1. はじめに
2. ディープテック・スタートアップの概要
 - (1) ディープテック・スタートアップとは
 - (2) 著名なディープテック・スタートアップ
 - (3) ディープテック・スタートアップの出自
3. ディープテック・スタートアップの難しさ
 - (1) ソフトウェア・スタートアップとの相違点
 - (2) 資金調達を巡る複数の関門
 - (3) 多様な資金調達先の必要性
4. ディープテック・スタートアップへの注目
 - (1) 世界的な注目点
 - (2) シリコンバレーの優位性の要因
 - (3) 日本の勝機への期待
5. ディープテック・スタートアップへの追い風
 - (1) 政策とエグジット増からの後押し
 - (2) 大学発スタートアップの再拡大
 - (3) 第1次大学発スタートアップ・ブームとの比較
6. ディープテック・スタートアップの促進に向けて
 - (1) 日本の課題
 - (2) 課題解消に向けた環境整備
7. おわりに

要 約

1. ディープテックとは専門性の高い先進技術であり、研究開発に長い時間と多額の費用を要し、不確実性が高いものの、成功すると社会に大きなインパクトを及ぼし得る。ディープテックを活用した事業に挑んでいるのがディープテック・スタートアップである。ディープテックの事業化は既存企業も行っているが、スタートアップが手掛けるメリットとして、業界の常識や過去の慣習にとらわれず、新しい発想で事業化に取り組むことができる点を指摘できる。
2. ディープテック・スタートアップは資金調達に苦労することが多い。これは、スタートアップへの代表的な資金提供者であるベンチャーキャピタル（VC）にとって、ディープテック分野への投資はリスク管理が難しい、資金回収までに長期間を要するなど、難易度が総じて高いためである。そこで、VCとは異なる投資判断や行動原理を有する資金調達先も必要となっており、なかでも政府からの補助金・助成金が重要な役割を果たす。また、最近では企業が直接、または傘下のコーポレート・ベンチャーキャピタル（CVC）を通じて投資するようになっている。
3. 近年、ディープテック・スタートアップへの注目が内外で高まっているが、スタートアップ大国のアメリカでも、この分野は過去の蓄積が通用しづらいというえ、これまでのスピード最優先の事業拡大モデルを適用できず、日本に対する優位性は相対的に小さい。一方で、日本には、①大学での研究開発力が高い、②ものづくり、なかでもすり合わせ技術に秀でる、③企業の層が厚く、状況に応じて対応可能な連携先が豊富に存在する、といった強みを有する。しかも、積極的な政策支援や、大学発スタートアップの増加などの追い風も吹いている。
4. もっとも、日本から世界で活躍するディープテック・スタートアップを輩出するには課題もある。主なものとしては、①ディープテック・スタートアップの数の大幅増、②大学やスタートアップの知的財産権の戦略的活用に向けた環境整備、③資金調達の円滑化、が挙げられる。これらに対処しつつ、横断的な取り組みとして以下の2点が必要と考えられる。
 - 第1に、各大学における、ディープテック・スタートアップにかかわる人が交流するためのコミュニティづくりである。各自が自身のネットワークを駆使しながら知恵とリソースを提供し合うことで不足を補完し、ディープテック・スタートアップの立ち上げと成長を促進することができる。
 - 第2に、企業とディープテック・スタートアップとの連携強化である。現在もオープンイノベーションを目的に連携が行われているものの、企業側の取り組み姿勢が必ずしも十分ではない。企業とディープテック・スタートアップが対等な関係のもとで情報や意見を出し合っこそ、ディープテック・スタートアップの成長を後押しすることができる。また、それによりディープテック・スタートアップのもつ本来の強みが引き出され、オープンイノベーションの創出につながることになる。

1. はじめに

インターネットの出現に伴い、それを活用した多様な事業がさまざまなスタートアップ（注1）によって創出され、社会・経済に大きな影響を与えてきた。そのなかにあって、日本では世界で活躍するスタートアップを輩出できておらず、既存企業の国際競争力の低下と相まって、グローバル経済における日本の存在感を低下させる一因となっている。これを挽回する格好の機会としてディープテック・スタートアップの台頭がある。ディープテック分野は、スタートアップ大国のアメリカであっても難易度が高い一方で、日本は幾つもの優位性をもつ。それらを上手に活かすことで、日本から世界的なスタートアップが次々と誕生する状況をつくり出すことが可能なのではないか。

本稿ではこのような問題意識のもと、日本におけるディープテック・スタートアップの可能性を探る。本稿の構成として、まず2. でディープテックおよびディープテック・スタートアップについて概観し、3. でディープテック・スタートアップの特徴、および成功へのハードルの高さを整理する。4. で、ディープテック・スタートアップがここに来て注目されている背景、5. でディープテック・スタートアップの促進に向けて吹いている追い風を指摘する。そのうえで、6. で日本から世界的なディープテック・スタートアップを輩出するために取り組まなければならない課題について考える。

(注1) 本稿では「スタートアップ」と「ベンチャー」を同義語として扱っている。最近でこそ「スタートアップ」という言葉が広く使われるようになったが、2010年代半ばまでは「ベンチャー」という言葉のほうが一般的であった。本稿では基本的に「スタートアップ」の名称を用いつつ、政府によるプロジェクト名などで「ベンチャー」の名称が用いられている場合はそれに従うこととする。

2. ディープテック・スタートアップの概要

(1) ディープテック・スタートアップとは

「ディープテック」は、アメリカでエンジェル投資プラットフォームを運営するPropel (x)（本社カリフォルニア州サンマテオ）の共同創業者兼CEO、Swati Chaturvedi氏による造語であり、一般にスタートアップとの関連で用いられる。同氏が2014年に初めて使用した際には、「飛躍的な科学または工学に基づく企業」をディープテック・スタートアップと定義した（注2）。

その後、ディープテックという言葉が広がるにつれてさまざまに定義されるようになった（図表1）。ほぼ共通する点として、①専門性の高い先進技術であり、②研究開発に長い時間と多額の費用を要し、③不確実性が高いものの、成功すると社会に大きなインパクトを及ぼし得る、の三つが挙げられる。

ディープテックといえる技術は、現在であれば生成AIなどの最先端AI、量子コンピューティングなどの次世代コンピューティング、核融合などの新エネルギー、各種宇宙技術、合成生物学などのバイオテクノロジーが挙げられる。もっとも、どこまでをディープテックに含めるかについては、定義と同様に明確なコンセンサスが確立されているわけではない（注3）。

そもそも、ディープテックの中身は時代とともに変化する。当該技術が登場した当初は「ディープテック」であっても、普及が進むにつれて「ディープ」が外れて単なる「テック（テクノロジー）」となる。今では社会に広く浸透しているGPSは、アメリカで軍事用のGPS衛星が初めて打ち上げられた1978年当時はディープテックであった。あるいは、量子コンピューティングは50年後には一般的な「テック」になっ

(図表1) ディープテックの主な定義

(1) Swati Chaturvedi	飛躍的な科学または工学
(2) EU	最先端の科学・技術・工学に基づき、物理学・生物学・デジタルの領域での成果の組み合わせであることが多く、世界が直面する課題に対して抜本的な解決策を提供する潜在力を有する
(3) BCGとHello Tomorrow	①現在使われている技術よりも斬新で著しく進化している、②実用化のために多大な研究開発を要する、③その多くは大きな社会課題・環境課題の解決に資する、④新市場を創出、もしくは既存市場を破壊する力を有する、⑤再現が困難などにより、競争優位性をもつ、あるいは参入障壁が高い
(4) International Finance Corporation	科学的・工学的なブレイクスルーをベースとする、商業化のポテンシャルを有する技術
(5) Dealroom.co et al.	斬新な科学的・工学的なブレイクスルー
(6) 経済産業省	特定の自然科学分野での研究を通じて得られた科学的な発見に基づく技術であり、その事業化・社会実装を実現できれば、国や世界全体で解決すべき経済社会課題の解決などに社会にインパクトを与えられるような潜在力のある技術
(7) Forbes JAPAN	世界に新たな価値をもたらす差別化された高度な革新的技術
(8) リバネス	①社会的インパクトが大きい、②ラボから市場に実装するまでに、根本的な研究開発を要する、③上市までに時間を要し、相当の資本投入が必要、④知財だけでなく、情熱、ストーリー性、知識の組み合わせ、チームといった観点から参入障壁が高い、⑤社会的もしくは地球規模の課題に着目し、その解決のあり方を変える

- (資料) (1) Swati Chaturvedi, "What attracts me most to Deep Tech Startups?" (blog), Propel (x), November 17, 2020 (<https://www.propelx.com/blog/what-attracts-me-most-to-deep-tech-startups/>)
(2) European Commission, "Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions : A New European Innovation Agenda", July 5, 2022
(3) Boston Consulting Group, Hello Tomorrow, "The Dawn of the Deep Tech Ecosystem", March 2019
(4) International Finance Corporation, "Deep Tech Solutions for Emerging Markets", November 2020
(5) Dealroom.com, Lakestar, Walden Catalyst, "The European Deep Tech Report 2023 Edition", January 2023
(6) 経済産業省産業技術環境局「ディープテック・スタートアップ支援事業について」2023年2月
(7) Forbes JAPAN「史上初!日本のディープテックTOP10、1位は核融合の京都フュージョンアリング」2023年2月25日
(8) 丸幸弘「知識製造業の新時代」リバネス出版、2023年

ている可能性が高い。

ディープテックを活用した事業に挑むスタートアップが、ディープテック・スタートアップである。従来、こうしたタイプのスタートアップは研究開発型と呼ばれていたが、最近ではディープテックという用語のほうが頻繁に使われるようになってきている。「ディープテック・スタートアップ」と「研究開発型スタートアップ」を区別する見方もあるが(注4)、ディープテックの定義が定まっていないこともあり、本稿では同義語として扱うこととする。

ディープテックを活用した事業はもちろん、スタートアップだけでなく既存企業も手掛けることができる(注5)。既存企業、とりわけ大企業であれば、資金力、人材、取引先ネットワークなどの点でスタートアップに比べて優位性がある。実際にも、例えば核融合発電では浜松ホトニクスや三菱重工業、量子コンピューティングでは富士通やNECが事業化に向けて取り組んでいる。一方でスタートアップが手掛けることのメリットとして、業界の常識や過去の慣習にとらわれず、新しい発想で事業化に取り組むことができる点を指摘できる。また、スタートアップが取り組むということは、小さな実験を行うのと同じである。事前に何が成功するかわからない状況下、数多くのスタートアップが多様な方法で事業化に挑戦するなかから成功事例が出てくることが期待できる。

近年では世界的な傾向として、技術の複雑化・多様化や開発コストの上昇などにより、大企業が研究開発を行い、その成果を事業化するという一連のプロセスを自社のみで完結するのが非効率になっている。日本の大企業では、それに加えてリスク回避姿勢の強まりなどが、ディープテックの事業化を阻害していると考えられる。そこで、スタートアップが先ず「0→1(ゼロから1を生み出す)」を達成し、その後スタートアップと大企業が連携して、一緒に「1→100」を目指す動きが広がりつつある。

(2) 著名なディープテック・スタートアップ

ディープテック・スタートアップを世界で最も多く輩出しているのはアメリカである。スタートアップのデータベースを提供するDealroom.co（本社オランダ）の集計によると、2020～2022年のディープテック・スタートアップ向けベンチャーキャピタル（VC）投資額において、アメリカは1,660億ドルと、欧州（520億ドル）の3倍、中国（340億ドル）の5倍であった（注6）。Dealroom.coは日本については集計していないため、日本のスタートアップ情報プラットフォーム「INITIAL」による「研究開発型スタートアップ」を代用すると、7,677億円（注7）、ドル換算で約66億ドル（注8）となり、アメリカはもとより欧州や中国に比べても大幅に少ない。

ディープテック・スタートアップの具体例として、宇宙分野ではイーロン・マスク氏のスペースX（正式名はSpace Exploration Technologies、2002年設立、本社カリフォルニア州）や、ジェフ・ベゾス氏のブルーオリジン（2000年設立、本社ワシントン州）が著名であろう。AI分野では、対話型AI「ChatGPT」を開発したオープンAI（2015年設立、本社カリフォルニア州）が現在、世界的に大きく注目されている。バイオテクノロジー分野では、新型コロナウイルス・ワクチンの開発で一躍有名になったバイオンテック（BioNTech、2008年設立、本社ドイツ）、モデルナ（2010年設立、本社マサチューセッツ州）が、それぞれNASDAQに上場してエグジット（投資資金回収）するまではディープテック・スタートアップであった。

日本も、これまでのところ世界的には存在感が総じて小さいものの、複数の有力なディープテック・スタートアップを輩出している。ロボティクス分野では筑波大学の山海嘉之教授が設立したサイバーダイナ（2004年設立、2014年東証マザーズ上場）、バイオテクノロジー分野ではミドリムシを活用したユーグレナ（2005年設立、2012年東証マザーズ上場）や人工構造タンパク質素材を開発したスパイバー（2007年設立）が挙げられる。スパイバーは2021年に日本のディープテック・スタートアップとして初めてユニコーン（推定評価額10億ドル以上の未上場企業）の仲間入りを果たした。また、宇宙分野ではispace（2010年設立、2023年東証グロース市場上場）（注9）が、この分野で初の上場を果たしている。

上記の日本のディープテック・スタートアップのうち、スパイバー以外はすでにエグジットしているが、現役も数多くみられる。Forbes JAPANが2023年2月に公表した、今後の成長が期待されるディープテック・スタートアップ10社（注10）の顔ぶれをみると、バイオテクノロジー分野で5社が選定されている以外は、新エネルギー、宇宙、ロボット、次世代モビリティに分散している（注11）（図表2）。

Forbes JAPAN選定10社以外でも、例えば日本の国際競争力が高いとされる素材分野でディープテック・スタートアップが相次ぎ誕生している。代表例の4社の概要は図表3、目指す主なインパクトは以下の通りである（注12）。

- ・ ボールウェーブ:ケミカルセンシング技術「ボールSAWセンサー」により多様なガス・気体計測が可能になり、ガスインフラの安全管理から、野菜・果実の鮮度管理や呼気による医療診断までさまざまに活用。
- ・ ロータス・サーマル・ソリューション:高い放熱性能をもつロータス（蓮根）型金属が、電気自動車などの電源のコントロールに重要なSiC（シリコンカーバイド）の高温発熱の問題を解消し、実装に貢献。
- ・ インテリジェント・サーフェス:生体親和性材料「MPCポリマー」を医療機器にコーティングすることで、各種医療機器の身体的負担が軽減。また、日本製医療機器の付加価値向上に貢献。

- ・ U-MAP:放熱性に優れた素材「Thermalnite」をセラミックスや樹脂に配合することで、あらゆる電子機器のパフォーマンスが向上。

(図表2) Forbes JAPAN選定「日本発エマージング・ディープテックTOP10」

順位	スタートアップ名	本社	出自	設立年	事業分野	主な事業内容
1	京都フュージョニアリング (株)	東京都	京都大学	2019年	新エネルギー	核融合関連技術・装置の研究開発
2	ノイルミューン・バイオテック (株)	東京都	国立がん研究センター・山口大学	2015年	バイオテクノロジー	CAR-T細胞療法を主とした新規がん免疫療法の開発
3	Heartseed (株)	東京都	慶應義塾大学	2015年	バイオテクノロジー	iPS細胞を用いた再生医療
4	(株) Synspective	東京都	慶應義塾大学	2018年	宇宙	小型SAR衛星の開発・運用
5	GITAI Japan (株)	東京都	個人	2016年	宇宙&ロボット	宇宙作業用ロボット開発
6	(株) AIメディカルサービス	東京都	個人	2017年	AI	内視鏡の画像診断支援 AIの開発
7	リージョナルフィッシュ (株)	京都府	京都大学・近畿大学	2019年	バイオテクノロジー	ゲノム編集等による魚の新品種の開発
8	Telexistence (株)	東京都	東京大学・慶應義塾大学	2017年	ロボット	AIを活用した遠隔操作ロボットの開発
9	(株) SkyDrive	愛知県	プロボノ	2018年	モビリティ	空飛ぶクルマの開発
10	ルカ・サイエンス (株)	東京都	プロボノ	2018年	バイオテクノロジー	高機能ミトコンドリア製剤の開発

(資料) Forbes JAPAN「史上初!日本のディープテック TOP10、1位は核融合の京都フュージョニアリング」2023年2月25日を基に日本総合研究所作成
(注1) CAR-T:キメラ抗原受容体発現 T細胞。次世代型 CAR-T細胞療法技術 PRIME (Proliferation-Inducing and Migration-Enhancing) は、固形がんに対する治療法開発のための基盤技術で、ノイルミューン・バイオテックが独占的に権利を有する。
(注2) SAR:合成開口レーダー (Synthetic Aperture Radar)。SAR衛星は夜間や悪天候でも地表を観測可能。
(注3) ミトコンドリア製剤:機能不全や傷害が発生した組織に投与することで、組織の生体エネルギーと機能を改善。

(図表3) 主な素材系のディープテック・スタートアップ

スタートアップ名	主な業務内容	設立年月	本社	出自	代表者	創業者
ボールウェーブ (株)	革新的ケミカルセンシング技術「ボール SAW センサー」の製造販売	2015年11月	宮城県仙台市	東北大学	赤尾慎吾 (代表取締役社長)	同左、山中一司 (取締役 研究開発本部長)、竹内宣生 (取締役 事業本部長)、塚原祐輔 (取締役 経営戦略本部長)
(株) ロータス・サーマル・ソリューション (LTS)	高い放熱性能を有するロータス型金属を用いた高性能ヒートシンクの製造・販売	2016年1月	大阪府大阪市	大阪大学	井手拓哉 (代表取締役社長)	同左
インテリジェント・サーフェス (株)	革新的生体親和性材料「MPCポリマー」の製造・販売	2016年5月	千葉県柏市	東京大学・東京工業大学	切通義弘 (代表取締役)	同左
(株) U-MAP	繊維状窒化アルミニウム単結晶「Thermalnite」を用いた高機能・熱伝導材料の研究開発	2016年12月	愛知県名古屋市	名古屋大学	西谷健治 (代表取締役)	宇治原徹 (取締役 CTO)、前田孝浩 (取締役 COO)

(資料) 各社ウェブサイトなどを基に日本総合研究所作成

(3) ディープテック・スタートアップの出自

ディープテック・スタートアップは研究成果をベースとするだけに、大学や研究機関から誕生することが多い。もっとも、ディープテック・スタートアップが活発に立ち上がるアメリカでは、VC向け調査会社 DifferentFunds の集計によると、大学・研究機関発は全体の3割にとどまる (注13、14、15)。

そのほかとしては、大企業からのカーブアウト、すなわち、大企業が事業の一部を切り出してスタートアップを立ち上げる形がまず挙げられる。これはディープテックに限らずあらゆる分野に当てはまるが、大企業ではいくら優れた技術を開発しても、まとまった規模の売り上げが想定できない、既存事業とのシナジーが期待できない、などの場合、事業化を社内で正当化しづらい。そうした技術がカーブアウトの対象となる。

カーブアウト以外では、既存企業や別のスタートアップの出身者、あるいは連続起業家がスタートアップを立ち上げ、外から研究者を集めて事業化に取り組むパターンもある。アメリカでは起業家や起業希望者の層が厚く、支援体制も相対的に充実していることが背景にあると考えられる。イーロン・マスク氏のスペースX、ジェフ・ベゾス氏のブルーオリジンがその典型例であり、両氏とも宇宙事業は門外漢ながら、多額の自己資金を投じて専門人材を集め事業に挑んだ。

日本に目を転じると、大学発が多いものの、それ以外も散見される。先述した日本の著名なディープテック・スタートアップ4社（サイバーダイン、ユーグレナ、スパイバー、ispace）はすべて大学発である（注16、17）。一方で、Forbes JAPAN選定の注目ディープテック・スタートアップ10社のうち6社は大学発であるが、2社は個人、2社はプロボノ（注18）を出自としている（図表4）。

（図表4）Forbes JAPAN選定「日本発エマージング・ディープテックTOP10」の出自

	出自	スタートアップ名	備考
大学・研究機関	京都大学	京都フュージョニアリング(株)	京都大学エネルギー理工学研究所(小西哲之教授)の研究成果を活用
	国立がん研究センター・山口大学	ノイルイミューン・バイオテック(株)	山口大学医学部(玉田耕治教授)の研究成果を活用
	慶應義塾大学	Heartseed(株)	慶應義塾大学医学部循環器内科(福田恵一教授)の研究成果を活用
	慶應義塾大学	(株) Synspective	経産省「革新的研究開発推進プログラム」の「オンデマンド即時観測が可能な小型合成開口レーダ衛星システム」(プロジェクト・マネージャー:慶應義塾大学・白坂成功教授)の成果を活用
	京都大学・近畿大学	リージョナルフィッシュ(株)	京都大学大学院農学研究科(木下政人助教)・近畿大学水産研究所(家戸敬太郎教授)ほかの研究成果を活用
	東京大学・慶應義塾大学	Telexistence(株)	東京大学の館昭暉名誉教授が1980年に最初にtelexistenceを提唱、同大退官後は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科に移り、そこでの研究成果を活用
個人	連続起業家	GITAI Japan(株)	中ノ瀬翔氏が共同創業スタートアップ(本社インド)売却後、新事業を模索するなかで着目
	医師	(株) AIメディカルサービス	医師の多田智裕氏が内視鏡画像診断の課題に着目
プロボノ	多様な企業の従業員	(株) SkyDrive	有志団体CARTIVATORが取り組んできた開発を加速
	医師、研究者、投資家等	ルカ・サイエンス(株)	非営利団体「こいのぼり」内のプロジェクト(Seven Seas)からスピノフ

(資料) Forbes JAPAN「史上初!日本のディープテック TOP10、1位は核融合の京都フュージョニアリング」2023年2月25日、各社ウェブサイトほかを基に日本総合研究所作成

個人を出自とする2社のうちの1社、GITAI Japanの創業者でCEOの中ノ瀬翔氏は、インドでITサービス企業を共同創業し、売却してエグジットを果たした後にGITAIを立ち上げている。中ノ瀬氏はロボットの専門家でも宇宙の専門家でもない(注19)。それでも同社を宇宙作業用ロボットのスタートアップとして大きく成長させることができた主な要因の一つは、優秀な専門家を採用できたことである(注20)。

もう1社のAIメディカルサービスは、現役の医師の多田智裕氏が創業しており、GITAIとはパターンがやや異なる。同氏は、内視鏡検診の普及とともに、医師が膨大な数の画像のチェックを強いられ、病変の見逃しのリスクにも晒されることを問題視し、AIによる画像診断支援を思いついた。そして、既知のITエンジニアと一緒に試作品をつくり、良好な結果が出たことから事業化に踏み切ったという経緯がある。当初は多田氏の自己資金で研究開発費を賄っていた(注21)。

プロボノから生まれたディープテック・スタートアップ2社のうちSkyDriveは、有志団体CARTIVATORのもとで、トヨタ自動車の従業員をはじめさまざまな分野の若手エンジニアが空飛ぶクルマの開発に取り組むなかで、事業化を見据えて設立されたものである。一方のルカ・サイエンスは、希少難病であるミ

トコンドリア病の有効な治療法を確立するために、医師、研究者、投資家などが活動する非営利団体「このほり」(注22)がベースとなっている(注23)。

(注2) Swati Chaturvedi, "What attracts me most to Deep Tech Startups?" (blog), Propel (x), November 17, 2020 (<https://www.propelx.com/blog/what-attracts-me-most-to-deep-tech-startups/>). なお、定義は原文では、"companies based on breakthrough science or engineering".

(注3) 例えばDealroom.coは、バイオテクノロジー系について、AI主導のもの以外はディープテックから除外している。ディープテックを研究開発リスクが高く、かつ製品が市場で受け入れられるリスクが高い分野と捉え、バイオテクノロジー系は、研究開発リスクが高いものの市場で受け入れられるリスクは比較的低いとみなしていることによる。(Dealroom.co et al. [2021])

(注4) 例えば、スタートアップ情報プラットフォームのINITIALは、研究開発型スタートアップについて、「一般にディープテック・スタートアップと総称される企業群と比較し、人工知能ならびにビッグデータの活用等、ソフトウェアの開発・提供を主要な活動としている企業については対象とせず」と述べて、両者を区別している。(INITIAL [2023], p.59)

(注5) 過去を振り返ると、日本ビクター(当時)による家庭用ビデオ規格のVHS(1976年)、ソニーとフィリップスの共同開発によるコンパクトディスク(CD, 1979年)、東芝によるNAND型フラッシュメモリ(1987年)にみられるように、大企業で研究開発から事業化に至るディープテックがしばしばみられた。

(注6) Dealroom.co et al. [2021]。中国については集計に制約があるため、実際の数値はこれを上回っている可能性がある。

(注7) INITIAL [2023]。より詳細にみると、2020年は1,768億円、2021年は2,904億円、2022年は3,005億円、と年々増加している。

(注8) 2020～2022年平均の為替レートである1ドル116.0円を使用。

(注9) 同社は、自社開発のランダー(月着陸船)「HAKUTO-R」が2022年12月、スペースXのファルコン9ロケットに搭載され打ち上げられたことで一躍有名になった。なお、ランダーは2023年4月、月面着陸に失敗した。

(注10) 同社はディープテックを「世界に新たな価値をもたらす差別化された高度な革新的技術」と定義し、グローバルに飛躍し、世界に大きなインパクトを与えるかという観点から10社を選定している。具体的には、①国内ディープテックに精通するVCなど有識者へのヒアリングおよびアンケート推薦、Forbes JAPAN「日本の起業家ランキング」の候補企業から80社のロングリストを作成、②ロングリストを基に、編集部で「グローバルに飛躍し、世界に大きなインパクトを与えるか」という観点から、ショートリスト30社を作成、③12人の審査委員に分析と評価を依頼、結果を集計して編集部で決定。評価基準は、「グローバル性」「革新性」「市場性」「経営チーム」「事業進捗と見通し」の5点。(Forbes JAPAN「史上初!日本のディープテックTOP10、1位は核融合の京都フュージョンアリアリング」2023年2月25日)

(注11) なお、宇宙や核融合の分野でスタートアップの活躍が目立つようになっているのは、これらの中心的な担い手が公共部門から民間にシフトしつつあることを映じたものである。宇宙はこれまで各国の国家プロジェクトとして、核融合は国際プロジェクト「イーター(ITER, 国際熱核融合実験炉)事業」として、公共部門が主導してきた。しかし、公共部門での研究開発が進み実用化が視野に入ってくると、リスクを可能な限り回避しながら慎重に進める手法のマイナス面が顕著となる。そこで、事業化スピードの加速とコスト引き下げの観点から、スタートアップを含む民間企業の参入が促されることとなった。

(注12) この4社には以下の通り、ヒアリングを実施した。

- ・ロータス・サーマル・ソリューション:代表取締役社長 井手拓哉氏、2023年6月1日
- ・U-MAP:代表取締役 西谷健治氏、社長室 広報 山田理絵氏、2023年6月9日
- ・インテリジェント・サーフェス:代表取締役 切通義弘氏、CFO兼管理部長 古川祥一氏、2023年6月22日
- ・ポールウェア:代表取締役社長 赤尾慎吾氏、取締役事業本部長 竹田宣生氏、取締役経営戦略本部長 塚原祐輔氏、2023年7月19日

(注13) DifferentFunds [2020]。

(注14) ただし、どこまでを大学発スタートアップに含めるかは集計者によって異なるため、あくまでも目安にすぎない。

(注15) 大学や研究機関発以外のディープテック・スタートアップであっても、大学・研究機関から特許を購入している可能性がある。また、雇い入れた研究者は出身母体である大学・研究機関で得た知識を活用している。その意味で、厳密には大学・研究機関と完全に無関係とはいえない。

(注16) 経済産業省による「大学発ベンチャー」(本稿では大学発スタートアップ)の定義については図表10の<参考>を参照されたい。

(注17) 4社はそれぞれ以下の大学での研究成果に基づいている。サイバーダイナ:筑波大学、ユーグレナ:東京大学、スパイバー:慶應義塾大学、ispace:東北大学。

(注18) 自分の専門知識やスキルを無償で提供して行う社会貢献活動。

(注19) 中ノ瀬氏は同志社大学法学部を卒業し、インドで起業する前は日本IBMでシステム・エンジニアとして勤務していた。

(注20) 専門家の筆頭として、CRO(Chief Robotic Officer)の中西雄飛氏が挙げられる。2018年にGITAIに参画した同氏は、東京大学情報システム工学研究室助教としてロボット工学に従事し、2012年にロボットのスタートアップSCHAFTを設立、2013年にグーグルに売却しエグジットした経歴をもつ。東京大学情報システム工学研究室からはほかにも、上月豊隆氏がCTO、上田亮平氏がソフトウェア担当VPに就任している。なお、同社の従業員の7割は博士号取得者である。

(注21) 「CEOインタビュー:『内視鏡×AI』は日本が世界をリードしている分野。世界最先端領域でのAI競争にチャレンジしてみませんか?」アマテラス、2022年3月30日最終更新日(<https://amater.as/article/interview/ai-ai-medical-service/>)。

(注22) ミトコンドリア病に関連する論文を探し出し、著者に協力を求めるなどして、大学などと共同研究を行ってきた。

(注23) 「こいのぼり」で行われた創業支援プロジェクト「7 Seas Project」における北海道大学および東京農工大学との共同研究の成果を基に同社が設立された。

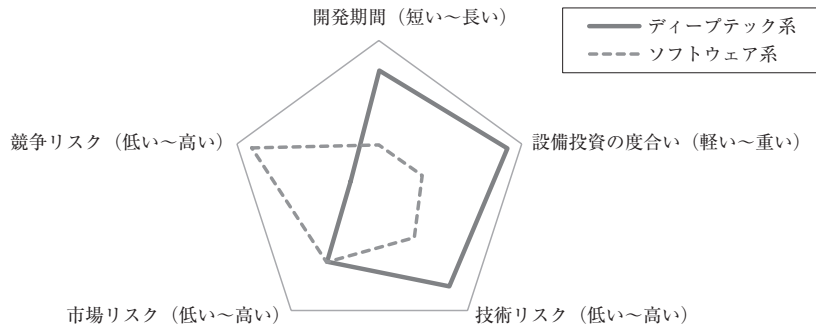
3. ディープテック・スタートアップの難しさ

(1) ソフトウェア・スタートアップとの相違点

ディープテック・スタートアップとしばしば対比されるのがソフトウェア・スタートアップ（注24）である。ソフトウェア・スタートアップとしては、電子商取引、ソーシャルネットワークサービス、SaaS（サービスとしてのソフトウェア）などが代表例として挙げられる。ソフトウェア・スタートアップは、ビジネスモデルとしては革新的であっても、技術的にはすでに確立されたものを用いているのに対して、ディープテック・スタートアップは、いまだ確立されていない先進技術を中心に据えている点に大きな違いがある（注25）。

ディープテック・スタートアップとソフトウェア・スタートアップとは、特徴やリスク特性が大きく異なる。Dealroom.co et al. [2023] はこの点に関し五つの違いを図式化している（図表5）。それを整理すると、開発期間の長さ、設備投資負担の重さ、技術リスクの高さの面で、ディープテック・スタートアップはソフトウェア・スタートアップよりも事業化への難易度が高い。その一方で、成功すればソフトウェア系に比べて高い参入障壁に守られることが期待できる。

（図表5）ディープテック・スタートアップとソフトウェア・スタートアップの比較（イメージ図）



（資料） Dealroom.co, Lakestar, Walden Catalyst, "The European Deep Tech Report 2023 Edition", January 2023
 （注） 各項目について（ゼロ～最大）の値のイメージ。

<各項目の説明>

開発期間	ソフトウェア系は既存技術を用いて、比較的短期間で MVP (Minimum Viable Product、実用最低限の製品) を開発することを目指す。一方のディープテック系は、まったく新しい技術を用いて新製品を開発するため、総じて長期間を要する。
設備投資の度合い	上記と同様の理由により、ディープテック系はソフトウェア系と比較して設備投資の負担が重く、その分、必要資金額も大きくなる。ハードウェアを用いたディープテックであればその傾向はさらに強い。
技術リスク	ソフトウェア系が既存の技術を活用するのに対して、ディープテック系は先進技術を活用し、その技術を製品化できるか、予想通りに機能するか、再現性があるかなど不確実性が高く、その分、リスクが大きい。
市場リスク	市場に受け入れられるかどうかのリスクは、ソフトウェア系、ディープテック系とも同程度にある。ただし、ディープテック系であっても創業のように、市場に出ればニーズがあるのがわかっており、したがって市場リスクが小さい分野もある。このため、創業をディープテック系から外す見方もある。
競争リスク	ディープテックは、長期間にわたり重い設備投資負担のもとで開発された製品であるだけに、他社が容易に模倣できず、ソフトウェア系に比べて競争リスクが低い。

（資料） Dealroom.co, Lakestar, Walden Catalyst, "The European Deep Tech Report 2023 Edition", January 2023などを基に日本総合研究所作成

(2) 資金調達を巡る複数の関門

ディープテック・スタートアップは多額の資金を必要とする一方で、資金調達に苦勞することが多い。これは一つには、スタートアップへの代表的な資金提供者であるVCの多くにとって、ディープテック分野はハードルが高く、投資に二の足を踏むためである。

ソフトウェア・スタートアップに関しては、VC側でも投資経験がすでに蓄積されており、それとともに指標面を含め投資判断基準が確立され（注26）、いまやリスクを一定程度コントロールすることが可能となっている。それに対して、ディープテック・スタートアップはまず、その時々先進技術を活用することから、比較対象となり得る先事例がほとんどない。このため、顧客も売り上げもない開発期間中、何を投資の判断材料にするか見極めづらい。そもそもVCの多くには、先進技術を理解できるだけの専門知識を有する人材が少ない。BCGとHello Tomorrow [2021] が世界のディープテック起業家に尋ねたアンケート調査によると、81%が「投資家は概してディープテックのポテンシャルを評価するには科学的・工学的知見に欠ける」と答えている。

それに加えて、ディープテック・スタートアップとVCの間には時間軸の違いがある。ディープテック・スタートアップは、事業を開始してから完成品が出来上がるまでの期間が総じて長く、10年を要することも珍しくない（注27）。一方で、VCファンドの運用期間は通常8～10年であり（注28）、その期間内に出资日期の募集、投資先の選定と投資の実行、成長支援、エグジットまで漕ぎつける必要がある。こうした時間軸の違いが、VCによる投資の制約要因となっている。

これらの点を背景に、ディープテック・スタートアップを最も多く輩出しているアメリカであっても、ディープテック・スタートアップを投資対象とするVCは全体の一部にとどまる。DifferentFundsの集計（注29）によると、アメリカの約1,200社のVCのうち、ディープテックに投資するVCは約200社と2割に満たない。その内訳として、①ディープテック全般を専門とするVCが38.6%、②ディープテックのうち特定分野（バイオテクノロジーやクリーンエネルギーなど）に特化したVCが18.6%、③ディープテックに限らず広く先進技術分野に投資するVCが24.7%、④ディープテックのなかでも技術移転や特定地域などニッチ分野に特化したVCが9.7%、⑤ディープテックにも投資する一般VCが8.4%となっている。5番目の、ディープテック・スタートアップに投資する一般VCの数が少ない点が特徴的である。

この約200社のVCのうち、11社が組成総額の約半分のシェアを握っている（図表6）。その顔ぶれをみると、カーネギー製鉄にルーツをもつ、1911年設立のBessemer Venture Partnersから、ビル・ゲイツ氏らが2016年に設立したBreakthrough Energy Venturesまで多彩である。Bessemerは広範な分野を投資対象とし、ディープテックに特化しているわけではない（上記⑤に該当）一方で、Breakthroughはディープテックのなかでも気候変動対策関連に特化する（上記②に該当）など、それぞれに特徴がある。

(図表6) ディープテック・スタートアップに投資しているアメリカの主要ベンチャーキャピタル

ベンチャーキャピタル	本社	設立年	投資対象	投資先ユニコーン
Bessemer Venture Partners	レッドウッド (カリフォルニア州)	1911年	生活、仕事、事業の仕方を変えたい先見性のある企業	Sila Nanotechnologies (素材)、Vayyar (センシング技術)、Xanadu (量子コンピューティング)
Insight Partners	ニューヨーク	1995年	産業変革を主導する企業	6Sense (AI)、Lightricks (AI)、Tractable (AI)
Lux Capital	ニューヨーク	2000年	世界を変える力のある企業	Hugging Face (AI)、Kallyope (バイオテック)
Khosla Ventures	メンロパーク	2004年	技術・ビジネスモデルにおいて顕著にイノベティブな企業	Eat Just(代替卵製品、培養肉)、Impossible Foods(代替肉)、OpenAI (AI)
Founders Fund	サンフランシスコ	2005年	革新的な技術を創出する企業	SpaceX (宇宙)、Anduril (国防)、Eat Just (代替卵製品、培養肉)
Data Collective VC	バロアルト	2010年	ディープテック活用企業	Freenome (バイオテック)、Orca Bio (バイオテック)
8VC	オースティン (テキサス州)	2012年	産業を変革させる企業、および新産業創出企業	The Boring Company(トンネル掘削)、Epirus(エネルギー)、Orca Bio (バイオテック)
Eclipse VC	バロアルト	2015年	伝統産業の効率化・強靱化・収益力向上を実現する企業	TensTorrent(AI)、Augury(AI)、VulcanForms(付加製造)
Energy Impact Partners	ニューヨーク	2015年	気候変動対策に取り組む企業	Arcadia (気候テック)
Playground Global	バロアルト	2015年	大胆な技術を活用した企業	PsiQuantum (量子コンピューティング)、Relativity Space (宇宙)
Breakthrough Energy Ventures	カークランド (ワシントン州)	2016年	気候変動対策に取り組む企業	Redwood Materials (バッテリーのリサイクル)、Motif FoodWorks (代替肉・代替乳製品)、Source Global (水テック)

(資料) DifferentFunds.com, "DeepTech Investing Report", March 2020, CB Insights, "The Complete List of Unicorn Companies", (<https://www.cbinsights.com/research-unicorn-companies>, 2023年5月4日アクセス)、各社ウェブサイトを基に日本総合研究所作成

(3) 多様な資金調達先の必要性

ディープテック・スタートアップが一般的なスタートアップに比べてVCからの資金調達に制約がある以上、VCとは異なる投資判断や行動原理を有する資金調達先も必要となる。金銭的リターンのみでなく社会的な意義を重視したい、ディープテック・スタートアップの取り組みを応援したい、といった投資家である。それに加えて、とりわけ事業として成り立つことが十分展望できるまでは、政府からの補助金や助成金といった資金支援が重要な役割を果たす。ディープテックを世界に先駆けて生み出し、それを事業化までつなげることは、自国の科学振興と国際競争力の向上に資することから、主要各国はディープテックの研究開発と事業化に対して各種の資金支援を行っている(注30)。

アメリカのディープテック・スタートアップの資金調達先をみると、成長ステージごとに少しずつ変化している。その具体例として、文末の<参考>を参照されたい。

日本ではVCやエンジェル投資家の層が薄いことに加えて、アメリカで資金提供者として一定の役割を果たしているフィランソロピー(慈善活動、社会貢献活動)組織や、富裕層の資産管理を行うファミリー・オフィスの数はごく限られている。その一方で、補助金・助成金は比較的充実していることから、このルートでの資金調達への依存が総じて高い。地域経済の活性化などの観点から、国だけでなく全国の自治体も各種の補助金・助成金を用意している。

アメリカではミドル・ステージ(量産化)に突入したスタートアップに対しては、市場原理に任せるという観点から補助金・助成金の流入が一気に細る。これに対して、日本では大口の資金需要に対応可能な民間資金の出し手が限られることもあり、この段階でも補助金・助成金が提供されている。

最近では、企業がオープンイノベーションのためにディープテック・スタートアップと連携する動きを活発化させており、その一環として直接、または傘下のコーポレート・ベンチャーキャピタル(CVC)を通じて投資する動きがみられるようになってきている。日本の多くのCVCは、戦略的リターン(注31)、もし

くは金銭的リターンと戦略的リターンの両方を追求し（注32）、ディープテック・スタートアップに対してもその観点から投資を行っている。

（注24） IT系やテック系とも呼ばれる。

（注25） ソフトウェアが現在ではあらゆる分野で活用されているもとの、ディープテック・スタートアップであってもソフトウェアを用いていることはいうまでもない。

（注26） 例えば、VCのコーラル・キャピタルは、SaaS事業を行うアーリー・ステージのスタートアップが有望かどうかを判断する基準として、①CAC（Customer Acquisition Cost、顧客獲得費用）の回収期間が12カ月以内、②月間チャーンレート（解約率）が3%未満、③LTV（Lifetime Value、顧客が取引期間を通じて自社にもたらす利益）がCACの3倍、の3点を挙げている。（James Riney「SaaS事業の成長可能性を判断する、三つの指標」Coral Capital、2017年2月7日、<https://coralcap.co/2017/02/3-saas-metrics/>）

（注27） 例えば、スパイバーは設立（2007年9月）から約5年半後の2013年5月に、人工クモの糸繊維「QMONOS」の量産化に成功したと発表したものの、その後、QMONOSには水に濡れると超収縮するという課題があることが判明し、分子設計をゼロからやり直さざるを得なくなった。そうして新たに開発された、クモの糸とは異なる性質を有する構造タンパク質「プリュード・プロテイン」を用いた製品の発売を開始したのは2019年11月と、設立から12年を経た後であった。同社のエグジット時期は設立から16年近くたった今も公表されていない。（IBM Think Blog Japan「Spiberの野望－合成タンパク質素材『プリュード・プロテイン』で革命を」2020年10月8日、<https://www.ibm.com/blogs/think/jp-ja/mugendai-12101-interview-spiber/> ほか）

（注28） 中小企業庁が実施した調査でも、VCファンドの運用期間が「8～10年」との回答割合が92.9%であった。（中小企業庁「PEファンドによる投資に関する実態調査（中間報告）」2022年3月30日）

（注29） DifferentFunds [2020]。

（注30） アメリカのDARPA（アメリカ国防高等研究計画局）が有名であり、38.7億ドルの年間予算（2022年度）のもと、ハイリスクではあるがアメリカの国益に貢献する可能性のある事業に資金支援を行っている。

（注31） 自社の既存事業とのシナジーや新規事業開拓など、自社の戦略を達成すること。

（注32） 日本ベンチャーキャピタル協会の調査によると、CVCが重視する点として、「主に金銭的リターン」との回答割合が9%にとどまったのに対して、「金銭的リターンと戦略的リターンの両方」が39%、「主に戦略的リターン」が39%であった。（日本ベンチャーキャピタル協会「わが国のコーポレートベンチャーリング・ディベロップメントに関する調査研究～CVC・スタートアップM&A活動実態調査ならびに国際比較」2018年）

4. ディープテック・スタートアップへの注目

(1) 世界的な注目点

近年、ディープテック・スタートアップが内外で注目されるようになってきている。この背景として、①ディープテックによって社会課題を解決できるとの期待が高まっていること、②一部のディープテック・スタートアップが事業化までの期間を短縮し、投資対象になりやすくなったこと、の2点が挙げられる。以下で具体的にみていく。

A. 社会課題解決への期待

世界的に社会課題が深刻化・複雑化するもとの、SDGs（持続可能な開発目標）に代表される通り、それを人類の英知で解決しようという機運が高まっている。課題のなかには行動変容や政策対応で解決可能なものもある。しかし、解決策が容易に見当たらないものもあり、突破口としてディープテックの活用、およびその担い手としてのスタートアップへの期待が高まっている。無論、社会課題に挑むのはスタートアップだけではないものの、未知の分野だけに、「0→1」に存在意義を有するスタートアップが果たし得る役割は大きい。

気候変動問題がまさにそれに該当する。パリ協定（注33）で定められた気候変動抑制のための目標（注34）は、今世紀後半に世界の温室効果ガスを正味ゼロにする必要があるが、これを現存技術だけで実現

するのは難しいという見方がほぼコンセンサスとなっている。そこで、脱炭素イノベーション、およびその重要な担い手の一つとしてのディープテック・スタートアップへの期待が高まっている。

B. 事業化までの期間の短縮

ディープテック・スタートアップのなかで、設立から製品の市場投入までに要する時間の短縮化に成功する場所が出現している。クラウド・コンピューティングやAIの活用に加えて、ソフトウェア・スタートアップの手法や考え方が開発プロセスの一部に取り入れられたことによる。例えば、アジャイル開発の導入や、できる限り早く失敗してそこから学習しようとする「fail fast」のメンタリティの採用である。

SpaceXがその代表例であり（注35）、ロケットの打ち上げで失敗を繰り返しながら改良を重ね、スピード開発につなげている。2023年4月に同社の大型宇宙船「スターシップ」が打ち上げ後に爆発した際にも、イーロン・マスクCEOは打ち上げチームに祝辞を述べた後、「数カ月後の次の試験飛行に向けて多くの学びを得た」とTwitterに投稿している（注36）。GITAI Japanも同様の手法を取り入れている。同社の中ノ瀬CEOは、「私たちはアジャイル型の開発手法を採用し、すべての要素技術を内製化して高速で試行錯誤することでコストとリードタイムを削減しようとしている」と語っている（注37）。

事業化までの期間が短縮化したといっても、実現できているのは一部のディープテック・スタートアップにすぎず、また、ソフトウェア系などに比べれば引き続き長いことに変わりはない。それでも、VCが投資対象にしたいディープテック・スタートアップが増えたことで、これまでこの分野にアンテナを張っていなかったVCの間でも注目されるようになり、投資資金の流入増につながっている。

(2) シリコンバレーの優位性の要因

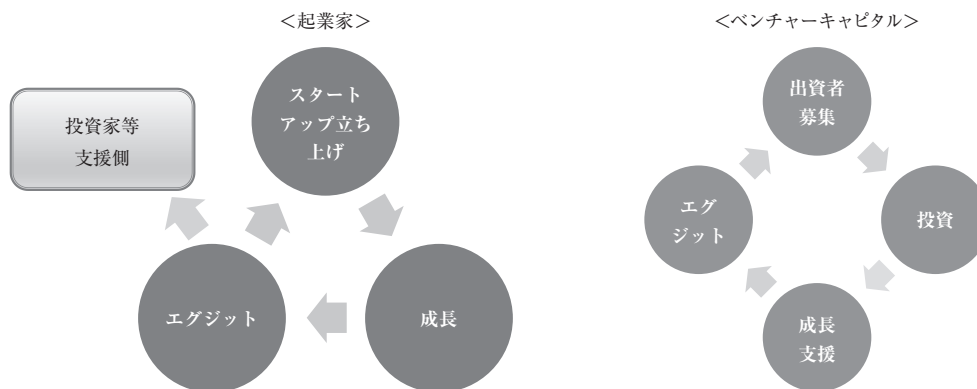
ディープテック・スタートアップへの注目が世界的に高まる現在は、日本がこの分野のスタートアップを増やす好機であると考えられる。ここであれば日本が優位性を築くことができるためである。

日本では最近になってスタートアップの立ち上げが本格化しているが、スタートアップ大国のアメリカには依然として遠く及ばない。スケールアップ、すなわち大きく成長し、世界的に活躍するスタートアップをほとんど輩出できていない。スタートアップは新産業の誕生を通じた経済の活性化や、将来の大企業の創出、国際競争力の向上などの観点から重要であるだけに、スタートアップの数の大幅増とスケールアップが日本の課題となっている。

アメリカ、より正確にはシリコンバレーに近づくために日本はさまざまな取り組みを行ってきたものの、いまだキャッチアップできていないのはなぜか。その要因として、以下の2点が考えられる。

第1に、過去の蓄積の差が大きいことである。現在スタートアップは、VCとの二人三脚による成長モデル、つまりスタートアップがVCから投資資金にとどまらない広範な支援を受けながら成長していくというモデルが主流になっている。そのもとでは、起業家による「スタートアップの立ち上げ→成長→エグジット」が1サイクルとなる（図表7）。起業家はエグジットで多額の利益を手に入れると、それを元手に再びスタートアップを立ち上げ、このサイクルを繰り返すことが多く、そのなかで起業の知見やノウハウを蓄積していく。再度起業しない場合でも、往々にしてエンジェル投資家やベンチャーキャピタリストなど支援側に回るため、サイクルが繰り返されるなかで周辺の支援人材・組織も充実していく。一

(図表7) スタートアップとベンチャーキャピタルのサイクル



(資料) 日本総合研究所作成

方、VCはファンドを組成し、「出資者の募集→集めた資金および自己資金でのスタートアップ投資→スタートアップの成長を促すための各種支援→エグジット」のサイクル（前掲図表7）を繰り返すことで、スタートアップに対する目利き力や、成長支援の知見・ノウハウを蓄積していく。

スタートアップおよびVCの設立が本格化したのは、シリコンバレーでは1960年代（注38）とも1970年代（注39）ともいわれるのに対して、日本では2000年代入り後である（注40）。30～40年の差がスタートアップのサイクルの差となって、スタートアップ起業家および投資家、その他の周辺人材・組織の量・質・多様性の差につながっている。

第2に、日本のスタートアップがシリコンバレーにおけるソフトウェア・スタートアップを前提とした、いわゆる「勝ちパターン」に乗っていないことである。シリコンバレーで成功するスタートアップに共通するのは、①世界中から集まった優秀な人材で構成された多国籍チームのもと、②高い目線と構想力を持ち、③スピードを最優先し事業の急拡大にまい進することである。これらが評価されて潤沢な投資資金がごく短期間で集まり、それをバネに市場シェアを瞬く間に握り、他社の追随を許さない状況を作り出してきた。日本のスタートアップの多くはこうした「勝ちパターン」に乗れておらず、その結果、成功事例も限定的にとどまっている。

(3) 日本の勝機への期待

スタートアップ大国アメリカであっても、ディープテック分野に関しては難易度が高いことは先述したが、より根本的な要因として、過去の蓄積および「勝ちパターン」が通用しづらい点を指摘できる。

まず、過去の蓄積に関し、ディープテック・スタートアップの1サイクルが比較的長いいため、経験するサイクルの数がその分少なく、知見・ノウハウも浅くなる。広範な領域において、長期間の研究成果に基づく最先端技術を扱うため、起業家、投資家、その他サポート人材の層も薄くならざるを得ない。

一方の「勝ちパターン」に関しても、ディープテック・スタートアップは共通する3点のうち、①の多国籍チームと②の高い目線・構想力は取り入れても、③のスピードを取り入れることが難しい。前述の通り、事業化までの期間の短縮に成功するディープテック・スタートアップはみられるものの、それでもソ

ソフトウェア系などに比べれば依然として長いことに変わらない。このため、高速で製品を開発し、豊富な資金に支えられて一気に世界市場を席捲する、という戦略を採りづらい。

このように、スタートアップの事業環境が世界で最も整備されているシリコンバレーであっても、ディープテック分野に限れば日本に対する優位性は相対的に小さい。一方で、ディープテック分野において日本には強みがある。具体的には、①大学での研究開発力が高い、②ものづくり、とくにすり合わせ技術に秀でる、③規模や業種などにおいて企業の層が厚く、状況に応じて対応可能な連携先が豊富に存在する、の3点が指摘できる。とりわけディープテック・スタートアップのなかでもハードウェア系の場合、試作品づくりから量産まで多段階にわたり、金型製造や品質テストなど多様な企業との連携を必要とする。そうした作業に対応可能で、しかも高い技術レベルを誇る企業が日本全国に点在することは、事業化を円滑に進めるうえできわめて重要になる。

また、この分野でのコアの価値は科学技術にあるため、日本のスタートアップとしても海外展開したり海外マネーを取り込んだりしやすい。海外の企業や投資家に対して技術水準の高さを理解してもらえば、たとえ説明が流暢でなくても連携や資金調達に漕ぎついたりすることが可能である。言語や文化の壁がソフトウェア系などに比べて低いという側面も日本勢に有利になる。

5. ディープテック・スタートアップへの追い風

(1) 政策とエグジット増からの後押し

ディープテック分野であれば、スタートアップ大国のアメリカであっても決して得意なわけではなく、しかも日本には独自の強みがある。それならば、アメリカ勢に引けを取らない、世界で活躍するスタートアップを日本から生み出すことができるのではないか。しかも、日本のディープテック・スタートアップには現在、三つの追い風が吹いている。

第1に、政府がこの分野に着目し、積極的な支援を行っていることである。政府は1990年代半ば頃からスタートアップ促進策を講じているが、近年、取り組みが加速し、2022年には「スタートアップ育成5カ年計画」が打ち出された（注41）。その一環として、ディープテック・スタートアップ支援を本格化している。

2022年度補正予算では、「ディープテック・スタートアップ支援事業」として1,000億円が計上された。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は、この資金を新たに造成する基金に充当し、ディープテック・スタートアップが技術シーズを事業化へ円滑につなげることを支援する（2023～2027年度の5年間、図表8）。特筆すべき点として、①ディープテック・スタートアップ支援事業（DTSU）では、一定の条件のもと、実用化研究開発段階（STSフェーズおよびPCAフェーズ）から量産化試作実証段階（DMPフェーズ）まで、最長6年と長期にわたって支援する、②その間の助成金額が最大30億円と高額である、③通常、こうした助成金の用途は研究開発費に限定されているが、今回のプログラムにおけるディープテック分野での人材発掘・起業家育成事業（NEP）開拓コースでは、活動費として支給される月額30万円（最大10カ月）は研究開発費以外の経費にも充当できる、などが挙げられる。

2022年度補正予算ではそのほかにも、「創薬ベンチャーエコシステム強化事業」として3,000億円、「バイオものづくり革命推進事業」（注42）として3,000億円が計上された。

(図表8) NEDOによる主なディープテック・スタートアップ向け支援事業

支援内容	支援事業名	助成金額等	事業期間
人材発掘・育成	ディープテック分野での人材発掘・起業家育成事業 (NEP)		
	開拓コース: ARによる伴走支援 (ビジネスモデル構築) ◎ディープテック分野の若手人材発掘・育成 ◎技術シーズの実現可能性調査 ◎ARの助言	月額30万円 上限300万円	9～10カ月
	躍進コース: 専門家による伴走支援 (ビジネスモデルのブラッシュアップ) ◎ディープテック分野の起業家育成 ◎専門カタライザーの助言	<コース A, B > 500万円未満 <コース C > 3,000万円以内	<コース A, B > 12カ月以内 <コース C > 12カ月以内
支援人材育成	高度専門支援人材育成プログラム (SSA) ◎研究開発型スタートアップの専門支援人材育成	無料 (参加費)	4カ月 (受講期間)
	大学発スタートアップにおける経営人材確保支援事業 (MPM) ◎大学発スタートアップの経営人材確保を支援	8,000万円以内	1.5年程度
事業化支援	ディープテック・スタートアップ支援事業 (DTSU)	上限30億円	上限6年
	STS フェーズ: 実用化研究開発 (前期) ◎初期市場獲得に向けた課題の解決	3億円もしくは 5億円	2～4年程度
	PCA フェーズ: 実用化研究開発 (後期) ◎主要市場獲得に向けた課題の解決	5億円もしくは 10億円以内	2～4年程度
	DMP フェーズ: 量産化実証 ◎量産体制構築のための実証	25億円以内	2～4年程度

(資料) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) イノベーション推進部「分野横断的公募事業の紹介」(大学・研究機関/スタートアップ/中小企業向け事業) 2023年5月

(注1) 各事業の省略語の元の語は以下の通り。

NEP: NEDO Entrepreneurs Program

SSA: NEDO Technology Startup Supporters Academy

MPM: Management Personnel Matching Program

DTSU: Deep Tech Startups Support Program

STS: Seed-stage Technology-based Startups

PCA: Product Commercialization Alliance

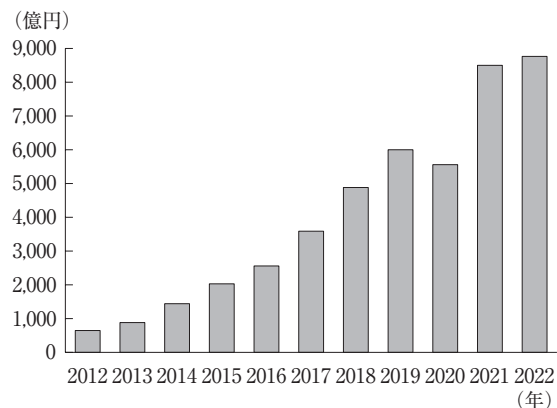
DMP: Demonstration Development for Mass Production

(注2) AR (Accompany Runner): VC、元起業家など、ビジネスプラン作成のアドバイザー
カタライザー: スタートアップ支援経験の豊富な有識者

第2に、これからスタートアップのエグジットが増えることが予想されることである。AIやIoTをはじめ各種デジタル・ツールが実装段階に入った2010年代半ば頃から、それらを活用したスタートアップの立ち上げが急増した(図表9)。日本ではスタートアップのエグジットはIPOが中心であり、設立からIPOまでに要する期間の平均値は7.6年、中央値は7.3年である(特許庁 [2022])。これに従えば、2023年以降、エグジットが増えることになる(注43)。

エグジットを果たした起業家は、スタートアップのサイクルを一通り経験したことで運営ノウハウをある程度習得し、関連する各種ネットワークも構築している。このため、次にスタートアップを立ち上げようとする場合には、より難易度が高くチャレンジングな事業を手掛けることが多い。日本のプロ野球選手が国内で実績を上げると、アメリカのメジャーリーグに挑戦したくなるのと同じ心理であろう。一方で、エグジットまで漕ぎつけることができたのは周囲や社会の支えがあったからとして、その恩返しの意味合いもあり、社会

(図表9) 日本国内スタートアップの資金調達額



(資料) INITIAL 「Japan Startup Finance 2022」 2023年1月

貢献への意識を強め、次は社会的に意義のある事業を手掛けたいとも考えがちである。ディープテック分野はまさに難易度が高く、社会的意義も高いことから、起業経験者による立ち上げが増えると思込まれる。

アメリカでも、イーロン・マスク氏やジェフ・ベゾス氏がわかりやすい例であるが、起業経験者によるディープテック・スタートアップの立ち上げをしばしば目にする。日本では前述の通り、GITAI Japanの創業者兼CEOの中ノ瀬翔氏が起業経験者である。

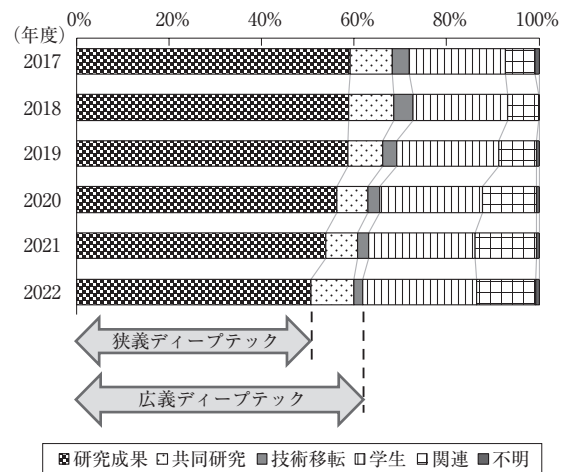
第3に、大学発スタートアップが急増していることである。この点については次節で詳しくみていくこととする。

(2) 大学発スタートアップの再拡大

アメリカでは前述の通り、ディープテック・スタートアップは多様なルートを経て設立されているが、スタートアップの厚みがいまだ浅い日本では、これまでのところ大学発が中心を占める。なお、大学発スタートアップにはディープテック系以外も含まれている。経済産業省の定義に従うと、大学発スタートアップのうち、「研究成果ベンチャー」を狭義のディープテック・スタートアップ、これに「共同研究ベンチャー」および「技術移転ベンチャー」を加えたものを広義のディープテック・スタートアップと捉えることができる。2022年度には、大学発スタートアップ全体に占めるディープテック・スタートアップの割合は、狭義ベースで50.6%、広義ベースでは61.9%であった（図表10）。

現在の大学発スタートアップの盛り上がりは二度目であり、過去には1990年代末から2000年代前半に急増した。この時期、スタートアップ全体が立ち上げブーム（1993～2006年）（注44）に沸き立ち、これに大学発スタートアップの立ち上げも後押しされた。また、大学での研究成果を事業活動に活用しやすくするための産学連携体制の整備（注45）、大学での研究成果を活用した起業を容易にするための諸施策の実施（注46）など、政策面からの追い風もあった。各種の政策のなかで当時とくに注目を集めたのが、2001年に打ち出された「大学発ベンチャー1,000社計画」である。大学発

（図表10）定義別大学発スタートアップの割合



（資料）経済産業省「令和4年度産業技術調査事業 大学発ベンチャーの実態等に関する調査」2023年6月（東京商工リサーチ受託調査）

<参考>大学発ベンチャー（スタートアップ）の経済産業省による分類

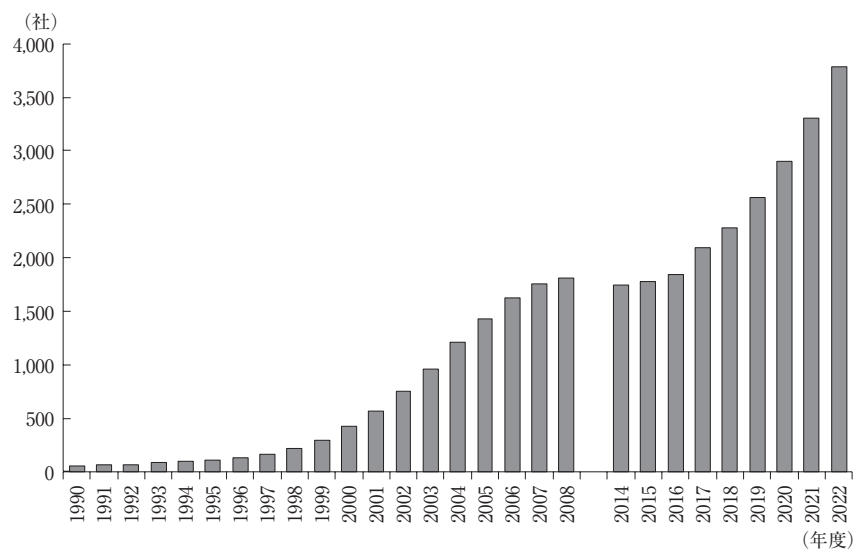
研究成果ベンチャー	大学で達成された研究成果に基づく特許や新たな技術・ビジネス手法を事業化する目的で新規に設立されたベンチャー。
共同研究ベンチャー	創業者のもつ技術やノウハウを事業化するために、設立5年以内に大学と共同研究等を行ったベンチャー（設立時点では大学と特段の関係がなかったものも含む）。
技術移転ベンチャー	既存事業を維持・発展させるため、設立5年以内に大学から技術移転等を受けたベンチャー（設立時点では大学と特段の関係がなかったものも含む）。
学生ベンチャー	大学と深い関連のある学生ベンチャー。現役の学生が関係する（した）もののみが対象。
関連ベンチャー	大学からの出資がある等その他、大学と深い関連のあるベンチャー。

（資料）経済産業省「令和4年度産業技術調査事業 大学発ベンチャーの実態等に関する調査」2023年6月（東京商工リサーチ受託調査）

スタートアップの数を3年間で1,000社に増やすという内容であり、その実現に向けて手厚い補助金・助成金が用意された（注47）。

それらの結果、1996年度には130社にすぎなかった大学発スタートアップの数は、1997年度から2004年度にかけて毎年、前年比2～3割増のハイペースで拡大を続けた。2004年度には1,207社に達し、「大学発ベンチャー 1,000社計画」の目標は難なくクリアされた（図表11）。ところが、2005年度以降は増加ペースが鈍化し、ライブドア事件（2006年）や村上ファンド事件（2007年）の影響でスタートアップ全体の立ち上げにブレーキがかかるなかで、大学発スタートアップの設立も停滞期に突入していった。

（図表11）大学発スタートアップ数



（資料）経済産業省「大学発ベンチャーデータベース」
（注）経済産業省は2008年度を最後に調査をいったん終了したのち、2014年度に再開。

その間も大学発スタートアップの促進策は続けられた。国立大学によるVCおよび投資ファンドへの出資を可能にするための「官民イノベーションプログラム」（2012年）（注48）は、大学発スタートアップを巡る環境の改善に大きく貢献した。このプログラムに基づき、2012年度の補正予算で東京大学、京都大学、大阪大学、東北大学の四つの国立大学に対し、VCファンド向けの資金として合計1,000億円の出資が行われ、4大学はこれを原資にVCを設立した。政府からの出資を受けなかった国立大学や私立大学もこの動きに触発され、独自にVCを設立する、あるいは民間VCと連携してファンドを組成し（注49）、4国立大学VCとともに、大学発スタートアップの資金調達先として重要な役割を果たすようになった。

一方、2012年度に始まった大学発新産業創出プログラム（START）（注50）は、高い競争力をもつ大学発スタートアップの創出を促進するために、創業前の段階から研究開発支援および事業育成を行うというものである。STARTによる支援を受けたなかから、これまで129社の大学発スタートアップが立ち上がっている（注51）。そのなかには、インテリジェント・サーフェス（2013年度採択）やボールウェーブ（2014年度採択）も含まれる。

この間の大学研究者の意識変化も見逃せない。研究成果を論文に発表するだけでは満足せず、実際に

活用し社会に役立てたいとの思いが、若手研究者を中心に次第に広がっていった。

こうして環境整備が進むなかで、前述の通り、2010年代半ば頃からスタートアップ全体の新たな立ち上げブームが到来し、その追い風のもと、2016年頃から大学発スタートアップの設立が再び盛り上がっている。その数は2017年度に2,000社、2021年度に3,000社を上回り、直近の2022年度には3,782社に達した。2021年度に実施された調査（特許庁 [2022]）によると、スタートアップ全体の34.0%が大学発であった。設立から3年以内のスタートアップに限れば、この割合は44.6%となり、スタートアップ全体のなかでも大学発が顕著に増えていることが確認できる（注52）。

(3) 第1次大学発スタートアップ・ブームとの比較

「大学発ベンチャー1,000社計画」では、数値目標自体は達成できた。しかし、手厚い補助金・助成金により、明確な事業計画や戦略もないまま、とりあえず起業しようという動きが少なからずみられた。なかには、補助金・助成金を研究費に充当することを主目的とする起業もあった模様である。大学教員が兼務の形でスタートアップのトップに就任し、経営に行き詰まるケースも散見された。それらを通じて、研究と経営とでは求められる能力が異なり、ましてや難易度の高いディープテック・スタートアップの経営の舵取りは片手間ではできないことが広く認識されることとなった。

一方、当時「ベンチャー」という言葉が流行したこともあり、設立されたのが一般企業（ローカルビジネスやスモールビジネス）であっても「ベンチャー」と名乗っていた。大学発に限らず全体的にいえることであり、また、現在に至るまでこの傾向は続いているが、未知の領域に進出する「ベンチャー」（スタートアップ）と、既存の領域に進出する一般企業は性格が異なるにもかかわらず、両者が一律に捉えられがちであることが背景として指摘できる（注53）。

こうした事情により、この時期に立ち上がった「大学発ベンチャー」は、リプロセル（創業、2003年設立）やサイバーダイナ（前述）などごく一部の例外を除き、ほとんどが大きく成長することなく零細企業にとどまるか、廃業ないし休眠会社となった。経済産業省は、大学発スタートアップのデータベースを公表している。そこに登録されている、設立年が1997～2004年のスタートアップ45社のなかで、正社員数が掲載されているのは31社であり、このうち18社が10名以下、残り13社も100名以下であった（注54）。

当時と比較して、現在立ち上がっている大学発スタートアップはどうか。結論を先取りすると、最近の大学発スタートアップの半数強が、実体は「スタートアップ」とはいえない。この点を出口（エグジット）戦略で確認してみたい。スタートアップは、投資家から資金調達するとエグジット、つまりIPOもしくはM&Aを通じた金銭的リターンで投資家に報いる必要があり、出口戦略は極めて重要となる（注55）。

スタートアップ全体を対象とする調査結果によれば、IPO、M&Aを考えているとの回答割合は合計で85%であった（特許庁 [2022]）。ところが、大学発スタートアップに限定した過去6年間（2017～2022年度）の調査結果（注56）をみると、この割合は4割台にとどまる（図表12）。IPO、M&Aを考えていないということは、設立されて間もないスタートアップは例外として、投資資金を受け入れて大きく成長する意向が低く、スモールビジネスやローカルビジネスを目指していると示唆される。東京大学が運営するスタートアップ支援プログラム、FoundXのディレクターである馬田隆明氏も、大学発スタート

アップのほとんどは通常の起業であり、大きく成長することを強く狙っているわけではないと指摘している（馬田 [2022]）。

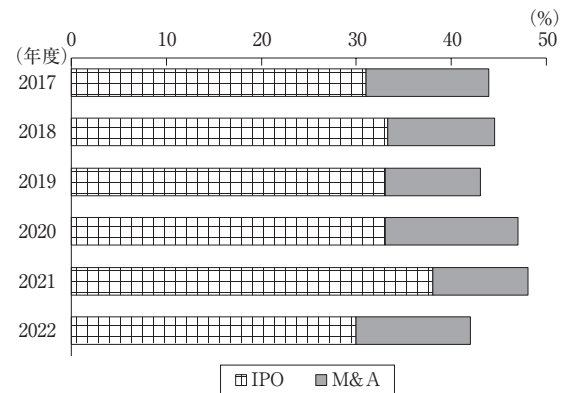
一方でこの調査結果では、大学発スタートアップ全体の4割程度は成長志向が強いことになる。そうした最近の大学発スタートアップを見回すと、過去から学ぶ姿勢が感じられる。大学教員がトップを兼任することを避ける動きがその典型例である。U-MAPを設立した名古屋大学未来材料・システム研究所の宇治原徹教授は、教え子で一般企業に就職していた西谷健治氏に声をかけて社長に就任してもらい、教授自身は取締役CTOとなった（注57）。また、ロータス・サーマル・ソリューションは、

大阪大学産業科学研究所の中嶋英雄教授の研究室の研究成果を事業化するために設立されたが、代表取締役社長には中嶋教授でなく、同研究所に所属していた井手拓哉氏が、助教の職を辞して就任している。インテリジェント・サーフェスの切通義弘社長も、東京大学大学院工学系研究科生体材料創成学研究室（石原研究室）の研究成果を事業化するために、前述のSTART事業が終了すると同時に同社を設立した。

企業経営について熟知する、あるいは情報発信力が強かったりコミュニケーション能力に長けていたりする外部人材を招聘する事例も少しずつ出てきている。そうした人材は、事業化へのロードマップを策定し、それに沿って開発目標や資金計画を立てたうえで着実に実行していくのに長けている。また、彼ら／彼女らがスポークスパーソンあるいはエバンジェリスト（伝道者）となって、自社事業の内容やビジョンをわかりやすく、心に響く魅力的な言葉で内外に向けて積極的に語ることで、事業に対する社会的な認知度が高まり賛同者が増えるとともに、投資資金が集まりやすくなる。

この点を、Forbes JAPANの注目ディープテック・スタートアップに選定された大学発の6社について確認すると、ノイルイミューン・バイオテックを除く5社で、コンサルティング・ファーム、スタートアップと同業種の企業、VCでの勤務経験者が共同創業者として名を連ねている（図表13）。例えば、Telexistenceの共同創業者で代表取締役CEOの富岡仁氏は、三菱商事でアメリカのスタートアップを対象とするグロースファンドの組成・運用を手掛けるなどした経歴をもつ。富岡氏は、東京大学の館昭暲名誉教授が提唱し、同教授が中心となって生み出した研究成果であるトレイグジスタンス（遠隔存在）技術を知ったとき、その可能性に強く惹かれた。しかし、「経営や資金調達など会社に必要な機能はどうするのだ、という論点が浮上しました。技術ドリブンの大学発ベンチャーにありがちな話です。（中略）誰もやらないなら、自分でやっつけてしまおう」と同社の立ち上げに参画した、とインタビューで説明している（注58）。

（図表12）大学発スタートアップの出口戦略
（アンケート調査結果）



（資料）経済産業省「大学発ベンチャー等実態調査」各年度
（注）調査の名称が異なる年度もある。

(図表13) Forbes JAPAN選定「日本発エマージング・ディープテックTOP10」
選定スタートアップにおける中心メンバー

順位	スタートアップ名	研究開発成果の中心人物・組織			その他中心メンバー	
		①所属 ②経歴 ③学歴、その他	経営への関与	①経歴 ②学歴		
1	京都フュージョニアリング(株)	小西哲之 (Chief Fusioner) <共同創業者>	①京都大学エネルギー理工学 研究所教授	○	長尾昂 (CEO) <共同創業者>	① Arthur D. Little Japan, エナリス(エ ネルギー・ソリューション企業) ② 京都大学修士 (機械工学)
2	ノイルイミュン・パイ オテック(株)	玉田耕治 (CSMO → 代表取 締役社長) <共同創業者>	① 山口大学大学院医学系研 究科免疫学講座教授	◎	石崎秀信 (代表取締役 CEO → 退任) <共同創業者>	① 宮崎大学第一外科助教 ② 東京大学医学博士
					渡嘉敷努 (取締役事業企画研 究部長)	① オンコセラピー・サイエンス (医薬品 開発企業)
3	Heartseed (株)	福田恵一 (代表取締役社長) <共同創業者>	① 慶應義塾大学医学部循環 器内科教授	◎	河佑太郎 (社外取締役) <共同創業者>	① ゴールドマンサックス、ペインキャピ タル、ユニゾン・キャピタル、Angel Bridge (VC) 設立 (代表取締役、 現職) ② 東京大学修士 (遺伝子工学)
					安井季久央 (取締役 COO) <2019 年入社>	① ベイン・アンド・カンパニー、ヤンセン ファーマ、アヴヴィ / アボットジャパン ② 東京大学修士 (薬学)
4	(株) Synspective	白坂成功 <共同創業者>	① 慶應義塾大学大学院 SDM 研究科教授	×	新井元行 (代表取締役 CEO) <共同創業者>	① 米系コンサルティングファーム、ソーシ ャルビジネス関連プロジェクト ② 東京大学博士 (技術経営戦略学)
5	GITAI Japan (株)	中ノ瀬翔 (CEO) <創業者>	② 日本 IBM, CloudLance India 設立・売却 ③ 同志社大学法学部	◎	中西雄飛 (CRO) <2019 年入社>	① SHAFT (ロボット・スタートアップ) 設立・Google に売却 ② 東京大学博士 (情報理工学)
6	(株) AI メディカルサー ビス	多田智裕 (代表取締役 CEO) <共同創業者>	① ただもとひろ胃腸科肛門科 院長 ③ 東京大学医学部・大学院	◎	山内善行 (代表取締役 COO → 退任) <共同創業者>	① 連続起業家 (カレン、Qlife 設立) ② 東京大学工学部
7	リージョナルフィッシュ (株)	木下政人 (CTO) <共同創業者> 家戸敬太郎 (科学技術顧問)	① 京都大学農学研究科助教 ① 近畿大学水産研究所教授	○	梅川忠典 (CEO) <共同創業者>	① デロイトトーマツコンサルティング、産 業革新機構、エリー (昆虫食スター トアップ) 創業・譲渡 ② 京都大学経営管理大学院
					×	富岡仁 (代表取締役 CEO) <共同創業者>
8	Telexistence (株)	館暲 (会長) <共同創業者>	① 東京大学名誉教授、工学 博士	○	富岡仁 (代表取締役 CEO) <共同創業者>	① 三菱商事、Geodesic Capital (シリ コンバレー VC) 共同組成 ② スタンフォード大学経営大学院修士
9	(株) SkyDrive	有志団体 CARTIVATOR (現 Dream On)	③ CARTIVATOR には会社 員などが週末に開発に参 加。SkyDrive 設立後は共 同開発	×	福澤知浩 (代表取締役 CEO) <創業者>	① トヨタ自動車、CARTIVATOR 共同 代表、福澤商店 (コンサルティング) 創業 ② 東京大学工学部
10	ルカ・サイエンス(株)	非営利団体 「こいのぼり」	③ ミトコンドリア病の有効 な治療法の確立を目標 とする、こいのぼり内の 創薬支援プロジェクト「7 Seas Project」からスピ ンオフ	×	菅沼正司 (代表取締役社長→ 代表取締役 CSO) <創業者>	① 菅沼医院理事長・院長、こいのぼ り創業者・代表理事 (現職) キヤ ンパス (創薬スタートアップ) 共 同創業・上場
					サイ・リック (Rick C. Tsai) (代表取締役 CEO) <2020 年入社>	① コロンビア大学病院、万有製薬、 MSD (製薬企業) ② ハーバード大学歯学博士、コロン ビア大学医学博士

(資料) 各社ウェブサイト、各種記事などを基に日本総合研究所作成

(注1) 選定10社はForbes JAPAN「史上初!日本のディープテック TOP10、1位は核融合の京都フュージョニアリング」2023年2月25日によるもの。

(注2) 「経営への関与」◎: 代表取締役、○: その他役員、×: 非役員

(注3) CSMO: Chief Science and Medical Officer、CRO: Chief Robotics Officer、CSO: Chief Scientific Officer

(注33) 第21回気候変動枠組条約締約国会議 (COP21、2015年12月) で採択された。

(注34) 世界共通の長期目標として、産業革命前からの平均気温の上昇を2℃よりも十分下方に保持、1.5℃に抑える努力を追求する、とい
うもの。(環境省「パリ協定の概要」、https://www.env.go.jp/earth/Paris_agreement.pdf)

(注35) 宇宙飛行士の野口聡一氏は、2020年に有人飛行の運用初号機にクルーとして参加するなどSpaceXとかかわってきた経験から、
SpaceXの企業体質として「変革が速いアジャイルな組織」、「考え方がフレキシブル」、「ドラスティックな変化をいとわない」の3点
を指摘している。これらはいずれもソフトウェア開発において重視されている。(「野口聡一氏が『SpaceXすごい』と連呼する理由-

- 他が報告書を書いている間に次を打ち上げる」UchuBiz、2022年8月3日、<https://uchubiz.com/article/fea4573/>。
- (注36) Elon Musk, Twitter, April 20, 2023 (<https://twitter.com/elonmusk>)。
- (注37) Coral Capital「宇宙の作業コストを100分の1にー日本発のロボットエンジニア集団」2022年11月24日 (<https://coralcap.co/2022/11/how-a-japanese-robotics-startup-is-revolutionizing-the-space-industry/>)。
- (注38) 1958年中小企業投資法によるスタートアップ向け投資への税制優遇策や、先駆的な投資会社（1959年設立のContinental Capital Corporationなど）が高いリターンを得たことなどが、VCの台頭、ひいてはスタートアップの台頭を促した。
- (注39) 1971年に全米証券業協会（NASD）により、世界初の電子株式市場としてNASDAQ（全米証券業協会自動気配表示システム）が稼働を開始し、新興企業のIPOの場が整ったことが、VC投資の活発化につながった。
- (注40) 1999年に東証マザーズが開設され、NASDAQと同様に、スタートアップ投資のエグジットとしてIPOが容易になったことから、VC投資、ひいてはスタートアップの設立が活発化した。
- (注41) 同計画は、①スタートアップ創出に向けた人材・ネットワークの構築、②スタートアップのための資金供給の強化と出口戦略の多様化、③オープンイノベーションの推進、の三つの柱から成り、スタートアップ投資額10倍超（10兆円）、ユニコーン100社創出、スタートアップ10万社創出などの数値目標が設定された。
- (注42) この事業はスタートアップ向けに特化していないが、スタートアップも対象となる。なお、経済産業省はこの事業を「日本として『バイオ立国』の旗を掲げるべく、バイオものづくりの原料と製品の多様化に向けたプラットフォーム事業者と素材・化学等メーカーとの共同開発や、日本の強みを活かしたバイオ生産実証等を支援することを通じ、バイオものづくりの速やかな社会実装を促進する」と説明している。（経済産業省「バイオものづくり革命推進事業について」2022年12月）
- (注43) ただし、2022年以降、欧米諸国での金融引き締めの影響や、ロシアのウクライナ侵攻に伴う地政学的リスクの高まりなどを背景にIPO市場が悪化し、現在はIPOを先延ばしする動きが生じている。
- (注44) インターネットの普及に伴い、それを活用したスタートアップが相次いで立ち上がった。
- (注45) 代表例が「大学等における技術に関する研究成果の民間事業者への移転の促進に関する法律」（1998年成立）。
- (注46) 代表例が「産業活力再生特別措置法」（1999年成立）第30条（国の委託による研究開発の成果である知的財産権を受託者に帰属させることが可能になった、いわゆる日本版バイ・ドール制度）、および「産業技術力強化法」（2000年成立、国立大学教員の研究成果活用型企業の役員との兼業が認められた）。
- (注47) 主なものとしては、「大学事業創出実用化研究開発事業」（2002年度は経済産業省の所管、その後は新エネルギー・産業技術総合開発機構の所管）、経済産業省「大学発ベンチャー経営等支援事業」、経済産業省「大学発ベンチャー支援者ネットワーク強化事業」など。
- (注48) 2012年1月に閣議決定された「日本経済再生に向けた緊急経済対策」のなかで打ち出された。「官民イノベーションプログラム」のもと、産業競争力強化法および改正国立大学法人法が施行され（ともに2014年）、国立4大学（東京大学、京都大学、大阪大学、東北大学）によるVCへの出資が認められた（正確には、国立大学は政府に認定されたVCにのみ出資でき、政府に認定されたのは国立4大学のVCであった）。従来、この4国立大学が投資するのは、自大学と関係のある大学発スタートアップに限定されていたが、2018年の改正競争力強化法および2019年の改正国立大学法人法の施行により、ほかの国立大学発スタートアップへの投資も可能になった。
- (注49) 国立大学は従来、認定VC（4大学VC）・ファンドにのみ出資可能であり、4大学以外の国立大学にはVC・ファンドへの出資は認められなかったものの、2022年に規制が緩和され、すべての国立大学がVC・ファンドに出資可能になった。
- (注50) 2012年度に文部科学省によって創設され、2015年度に国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）に移管された。
- (注51) 2013～2022年度の合計。内訳は、「プロジェクト推進型」で95社、「大学・エコシステム推進型」で34社。（国立研究開発法人科学技術振興機構「令和4年度業務実績等報告書」2023年6月）
- (注52) ただし、前述の通り、大学発スタートアップのなかにはディープテック系以外も含まれる。図表10をみると、近年、「学生ベンチャー」および「関連ベンチャー」の割合が高まっており、これらが全体を押し上げている面もある。「関連ベンチャー」に関しては、大学によるスタートアップへの出資の増加を映じている。
- (注53) ここではあくまでもスタートアップの定義に当てはまるか否かについて言及しており、スタートアップと一般企業間に優劣はないことを強調しておきたい。
- (注54) 経済産業省のデータベースでは、アドバンスソフト（2002年設立）の正社員数は102名になっているが、調査したのは2019年であり、同社のウェブサイト（2023年7月24日アクセス）によると、現在の従業員数は99名となっている。このため、データベース上では100名以下は12社であるが、本稿では13社とした。
- (注55) なお、外部資金を調達しないスタートアップは、自主的な判断から自己資金のみで事業を展開している場合、もしくは投資家にとって魅力が低く資金調達しようにもできない場合のどちらかであることが多い。
- (注56) 経済産業省「大学発ベンチャーに関する基礎調査」各年度号。ただし、年度によって調査の名称が多少異なる。
- (注57) U-MAP設立当初、宇治原教授が兼業で会長となり、同社の設立を後押しした三幸（株）から、前田孝浩氏が社長として派遣された。
- (注58) 「インタビュー:労働が拡張する世界ースタートアップが必要だったワケ Telexistence富岡仁氏 Vol.2」KDDI『MUGENLABO Magazine』2020年11月30日 (<https://mugenlabo-magazine.kddi.com/list/telexistence-tomioka-2/>)。

6. ディープテック・スタートアップの促進に向けて

(1) 日本の課題

日本はディープテック・スタートアップにおいていくつもの優位性を持ち、追い風も吹いている。この分野であれば、世界で活躍するスタートアップを日本から輩出することが可能である。しかしその一方で、これを実現するための課題もある。主なものとしては次の3点が挙げられる。

A. 数の増加

第1に、ディープテック・スタートアップの数をさらに大幅に増やすことである。ディープテック・スタートアップは今後も増える見込まれるものの、もとの水準が低いだけに、この分野で日本がリードするためには増加ペースを加速させていく必要がある。一般のスタートアップ以上に難易度が高いディープテック・スタートアップのなかから成功事例を生み出すには、多くの挑戦が不可欠である。

大学に加えて企業の内部には数多くの研究成果が未利用のまま蓄積されており、事業化の機会は潤沢なはずである。大学内で研究成果を事業化しようという機運を一層醸成することで、大学発のディープテック・スタートアップをさらに増やすとともに、企業からカーブアウトするスタートアップを増やすことが、これからの課題となる。ただし、「大学発ベンチャー 1,000社計画」を契機に一部でみられた、本来の目的を逸脱したような起業を増やしても無意味であるのはいうまでもない。

一方、中長期的には、ディープテック・スタートアップの源泉ともいえる理系博士人材が減少傾向にあることは深刻な問題である。大学における理系の博士課程入学者数は2003年度の1.2万人をピークに減少傾向にあり、2021年度には1.0万人となった（注59）。彼ら・彼女らは、ディープテック・スタートアップの事業のタネの提供者であり、また、ディープテック・スタートアップが設立された後の開発・技術幹部の役割を担う。そうした人材が先細りすると、ディープテック・スタートアップ自体も増えるどころか先細りしかねない。

B. 知財の戦略的活用

第2に、大学発スタートアップに関し、知的財産権（知財）を戦略的に活用するために環境を整備することである。ディープテックの分野において知財は重要であり、いつ、どこまで特許出願すべきか、逆にどの技術はクローズ戦略を採り特許出願すべきでないか、外国出願は必要か、などの判断を間違えると事業に大きな支障を来しかねない。それにもかかわらず、知財業務の遂行能力において大学ごとのバラツキが大きいことに加えて、多くのスタートアップには知財に精通した人材が内部におらず、外部の専門家を探そうにも数が限られている。

前述の、名古屋大学発スタートアップのU-MAPが保有する放熱性に優れた素材「Thermalnite」に関しては、大学での研究段階では、研究室に在席していた民間企業出身の研究者がたまたま前職での経験から知財に詳しくあったために、彼の助言のもと必要な特許を取得することができた。また、U-MAP設立後は、資金調達先のリアルテック・ファンドから知財に強い法律事務所を紹介され、その支援に基づき知財を戦略的に活用している。しかし、U-MAPのような幸運な例は限られる。

知財に関してはほかにも、大学からスタートアップへの移転を巡る課題がある。東北大学発スタート

アップのボールウェーブは、東北大学のTLO（技術移転機関）と連携しながら知財の円滑な移転に成功した。しかし、大学によっては移転の過程でトラブルが生じることもある。知財の対価が高額で、スタートアップの成長を圧迫するケースすら聞かれる。ある大学発スタートアップは、立ち上げ時に特許を大学から取得した際、資本金を上回る金額のイニシアルロイヤリティ（契約時の支払い）を要求され、交渉の末、分割払いにしてもらい何とか支払うことができた。

こうした状況下、日本で求められるのは、大学内での知財戦略の専門家の育成や、スタートアップに寄り添った知財の提供、スタートアップの事情に詳しい知財専門家を増やし、そこにスタートアップが容易にアクセスできる仕組みなどである。なお、政府も知財にかかわる課題に注目し、2022年には「スタートアップ・大学を中心とする知財エコシステムの強化に向けた施策の方向性」が公表されている（図表14）。

（図表14）知的財産戦略本部「スタートアップ・大学を中心とする知財エコシステムの強化に向けた施策の方向性」の概要

<p><1> スタートアップが知財対価として株式・新株予約権を活用しやすい環境整備</p> <p>○大学等による株式・新株予約権の取得・保有にかかわる制限</p> <p>（課題）一連の対策にもかかわらず、株式・新株予約権を取得できる対象が不明確、現金による対価支払いを求めるケースがあるなど、スタートアップが株式・新株予約権を十分に活用できる環境が整備されていない。</p> <p>（施策）各種制限を撤廃。</p> <p>（施策）大学がスタートアップに知財を移転する際、その対価の受け取り方法として株式・新株予約権の積極的な活用を促す。</p> <p>○新株予約権の発行枠の問題</p> <p>（課題）VCがスタートアップに出資する際の株主間契約や定款のなかで、人材獲得のための新株予約権（ストックオプション）の発行枠について10～15%を上限とする旨が規定。</p> <p>（施策）ディープテックやバイオメディカル系のスタートアップについて、人材獲得のための新株予約権（ストックオプション）と知財移転のための新株予約権（ワラント）を区別して捉える。</p> <p>（施策）大学のライセンス能力の底上げを図り、スタートアップとのライセンス交渉の円滑化につなげる。</p>
<p><2> 大学における事業化を見据えた権利化の支援</p> <p>○外国出願支援の抜本的強化</p> <p>（課題）大学等で優れた技術が開発されても、それが適切な権利化につながっておらず、グローバルな事業化の芽を潰している。</p> <p>（施策）大学等の外国出願に対する支援を抜本的に拡充するための新しいスキームを検討。</p> <p>○事業化を見据えた強い権利の取得</p> <p>（課題）大学による特許取得が不十分なため、事業化に必要な周辺特許を海外企業に押さえられ、事業化の遂行に支障。</p> <p>（施策）大学の研究成果について特許出願をする段階から、将来事業を遂行するスタートアップを巻き込みつつ、事業化を見据えた質の高い特許ポートフォリオを構築するためのプロセスマネジメントを確立。</p> <p>○TLO等機能の強化</p> <p>（課題）TLO等の知財マネジメント機能に格差。</p> <p>（施策）TLO等の機能集約化やネットワーク化を図りつつ、パフォーマンスの高いTLO等の機能が全国に浸透する方策を検討する。</p> <p>（施策）TLO等が大学の知財マネジメント機能向上にどのように貢献していくべきかについて検討。</p>
<p><3> 大学等における共同研究成果の活用促進</p> <p>（課題）大学等と企業の共同研究の成果が共有特許の形をとり、活用が進みにくい。</p> <p>（施策）共有先企業が予め定められた一定期間において正当な理由なく不実施の場合、大学等が独自で第三者にライセンスできるようなルールを整備、企業にもその成果の活用状況を見える化する取り組みを促す。</p>
<p><4> 知財の見える化を起点としたマッチング・エコシステムの構築</p> <p>（課題）スタートアップが事業化を進めるうえで、事業構築に必要な知財ポートフォリオを自社のみで完成できない。</p> <p>（施策）スタートアップが効率的に事業を遂行できるよう、大企業や大学に蓄積されている知財の見える化を進めるとともに、これをスタートアップに効果的にマッチングできる仕組みを整備。</p>

<p><5> スタートアップの知財戦略の支援サービスのエコシステム化</p> <p>(課題) 多くのスタートアップでは、知財戦略を構築できる人材を特に早いステージで自社内で抱えることが困難、外部の適切な人材をみつけることも困難。</p> <p>(施策) VCが適切な知財戦略を支える人材をスタートアップに紹介できるよう、知財戦略の重要性について理解を深める。</p> <p>(施策) スタートアップの知財戦略を支えることができる人材の規模拡大を図るとともに、そうした人材とVC・スタートアップ間の緊密なネットワークを拡充。</p> <p>(施策) 大企業がスタートアップとのアライアンスにおいて、自社の幅広い人材リソースを積極投入し、スタートアップの事業化を人材面からも支援。</p>
<p><6> 大企業による経営アセットのスタートアップへの提供促進等</p> <p>○大企業による経営アセットのスタートアップへの提供</p> <p>(課題) 大企業は社会変革に伴う経済・産業の変化に必要となるイノベーションに課題。</p> <p>(施策) 大企業のリソースとスタートアップのイノベーション機能の連携・コラボレーションによる知財・無形資産のさらなる創出や活用を進める。</p> <p>(課題) 日本企業の多くは、コア事業とノンコア事業の切り分けができておらず、円滑な事業再編や事業切り出しが進まない要因に。</p> <p>(施策) 企業はその保有する知財を含む経営資源について分類・評価し、その評価結果を適時適切な事業再編や事業切り出しにつなげていく仕組みを構築。</p> <p>○不公正な取引の是正</p> <p>(課題) 大企業がスタートアップと連携するにあたり、特許権が大企業に独占される、周辺の特許を大企業が囲い込むなど、不公正な取引が行われている。</p> <p>(施策) 知財・無形資産ガバナンスガイドラインの改訂等を通じた大企業のスタートアップの知財の取り扱いについての開示やガバナンス強化など、不公正な知財取引の是正に向けて取り組む。</p>

(資料) 内閣府・知的財産戦略本部 スタートアップ・大学を中心とする知財エコシステムのあり方に関する検討会「スタートアップ・大学を中心とする知財エコシステムの強化に向けた施策の方向性」2022年4月28日

(注)「施策」とは、必要な主な施策。

C. 資金調達の変質

第3に、資金調達の円滑化を図ることである。日本でもディープテック分野に積極的に投資するVCが従来に比べて増えている。代表的なVCは図表15の通りである。しかし、それでもVC全体からみればいまだ限定的にとどまるうえ、JAFCO以外はファンドの規模が総じて小さく、大口の資金調達に対応しきれない。アメリカのようにVCを補完する存在としての多様な資金提供者も限られている。

補助金・助成金は大幅に拡充される方向にあるが、資金の性格上、それだけに依存できるわけではない。これは、補助金・助成金が①原則として用途に制限がある、②採択されるためのハードルが高い、③事業に対する補助率・助成率が3分の2以下や2分の1以下などに設定され、残りの資金を自分で用意する必

(図表15) 日本でディープテック・スタートアップに積極投資する主なベンチャーキャピタル

ベンチャーキャピタル	主な投資対象	主な投資ステージ	設立年	本社	運用総額
JAFCO	革新的かつ創造的経営を行う成長性豊かな企業	シード、アーリー	1973年	東京都	3,323億円
ANRI	インターネット領域、および大学発研究開発型スタートアップ	シード	2012年	東京都	386.9億円
Beyond Next Ventures	研究開発型 / ディープテック領域	シード	2014年	東京都	220億円
Angel Bridge	将来的に世の中を大きく変えるメガベンチャーとなる可能性のあるスタートアップ	シード、アーリー	2015年	東京都	約146億円
Abies Ventures	ディープテック	シード、アーリー	2017年	東京都	約40億円
リアルテックホールディングス	研究開発型	シード、アーリー	2020年(前身は2014年)	東京都	231億円
Coral Capital	投資テーマなし	シードからレイターステージまで	2018年	東京都	約350億円
リバネス(ジャーミナーシオンファンド)	ディープテック	シード	2022年	東京都	1.3億円

(資料) 各社ウェブサイトなどを基に日本総合研究所作成

(注1) JAFCOの運用総額はバイアウトファンド分を含む。

(注2) リアルテックホールディングスおよびリバネスの運用総額は「出資約束金」。

要がある、④VCやCVCからの出資を得ていることが補助金・助成金を取得する要件になっている場合がある、⑤応募時や採択後に求められるバーパーワークが膨大である、などによる。

必要な資金を確保できないディープテック・スタートアップは、事業としての魅力に欠ける場合があることは否定できない。しかしその一方で、全体の資金量が限られ、資金提供者の目利き力も不十分ななか、注目分野や一般人でも理解しやすい分野に資金が集まりやすく、その陰で、地味で難解ではあるが重要な分野に資金が集まりにくいという事態が日本で生じている可能性は否定できない。そうしたディープテック・スタートアップが資金難から経営に行き詰まり淘汰されることは日本の将来にとって大きな損失である。

円滑な資金調達を図るうえで、まずは、日本で現在、続々と立ち上がっているディープテック・スタートアップのなかから成功事例が増えることが欠かせない。それによりこの分野が一段と注目され、投資資金の流入増を期待できる。また、海外マネーの取り込みも有効な対策である。資金提供者の多様化という観点からは、銀行がレイター・ステージ以外での融資の可能性を探ることの意義は大きい。例えば、一部の銀行が提供する、補助金・助成金の採択から交付までの間のつなぎ融資（注60）はリスクが比較的小さく、ほかの銀行としても検討に値するのではなかろうか。

(2) 課題解消に向けた環境整備

日本でディープテック・スタートアップを促進するために解消すべき三つの課題はいずれも長期にわたる地道な取り組みを必要とする。それに加えて、横断的な取り組みとして以下の二つの環境整備が必要と考えられる。

A. 交流の場づくり

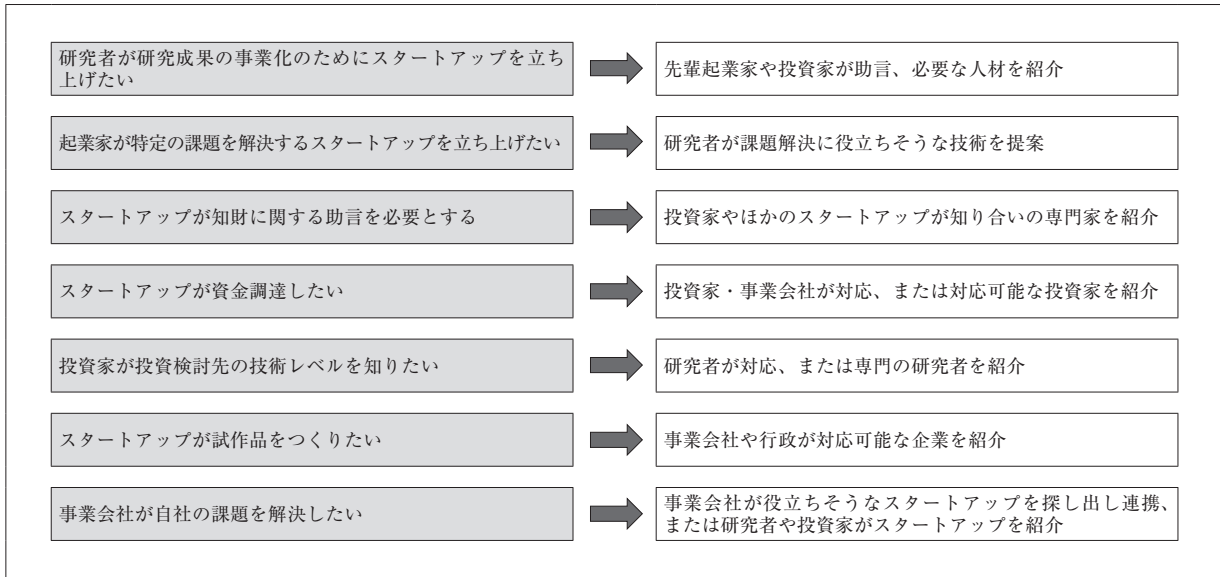
第1に、ディープテック・スタートアップにかかわる人が交流するためのコミュニティづくりである。例えば大学の近隣に、学生、研究者、起業家、投資家、スタートアップ・メディアの担当者などさまざまな人が交流できる場を設ける。現在、多くの大学や自治体にはスタートアップ向けの施設がすでに存在するため、そこを利用してもよい。各人が自身のネットワークを駆使しながら知恵とリソースを提供し合うことで、各自の不足を補完しつつ、ディープテック・スタートアップの立ち上げと成長を促進することができる（注61）。

全国規模といった広域ではなく大学ごとにコミュニティを形成するメリットとしては、①顔のみえる関係を築きやすいほか、②研究者や学生が物理的に参加しやすい、③とくに地方の大学はそれぞれに強みをもつ専門分野があり（注62）、その分野に関心の高い人・組織が集まりやすい、④卒業生の参加を促しやすい、などが考えられる。想定される具体的な活動としては図表16の通りである。

このような動きが活発に行われると、小さいながら一つのスタートアップ・エコシステム、すなわちスタートアップが自律的かつ継続的に立ち上がる環境が形成されることになる。研究者はスタートアップを立ち上げやすくなり、その結果、数の増加が期待できる。一方の投資家は、ディープテック・スタートアップに接し、不足する知識については専門家の力を借りることで、投資に踏み切りやすくなる。

そうして成功したディープテック・スタートアップが出現すると、それに刺激を受けて新たにスタート

(図表16) ディープテック・スタートアップのコミュニティで想定できる主な活動



(資料) 日本総合研究所作成

アップを立ち上げようという人が出てくる。このエコシステムが全国の大学に広がり、ディープテック・スタートアップの設立と成長が全国的に活発化することが展望できる。

ただし、単に交流の場を用意するだけでは不十分であり、そこに人が集まるための仕掛けが必要になる。他分野で人の交流に成功している事例などを参考にしながら（注63）、仕掛けづくりに知恵を絞る必要がある。

B. 企業との連携強化

第2に、企業とディープテック・スタートアップとの連携をより強化することである。日本では、アメリカよりも投資家の層が薄い分、企業にはさまざまな点で大きな役割を果たす余地がある。

まず、企業からの資金調達は、ディープテック・スタートアップにとってそれ自体のメリットもさることながら、その企業から将来性を評価された、いわばお墨付きとなって、信頼感の引き上げにつながる。最初の1社からの資金調達が呼び水となり、他社からも調達しやすくなり、前述の三つの課題のうちの3番目の資金調達難が軽減可能となる（注64）。また、企業によるディープテック・スタートアップの買収を増やすことができれば、IPOに偏重する現在のエグジットが改まり、資金調達の促進につながる（注65）。買収されたスタートアップの人材が新たにスタートアップを立ち上げることを通じて、1番目の課題であるスタートアップの数の問題の解消にも寄与することになる。

さらに、企業と業務提携を行ったり、企業に顧客になってもらったりすることは、ディープテック・スタートアップが大きく成長するために有益である。ロータス・サーマル・ソリューションの井手社長は、自社の成長に最も役立つのは顧客企業に鍛えてもらうことであり、数多くの建設的な批判を受けることで自社の事業が磨かれていく、と述べている。

ディープテック・スタートアップの資金調達先は大企業が中心となろうが、業務提携、あるいはそこま

でいなくても何らかの連携を行う場合、対象は中堅・中小企業にまで広がる。とりわけハードウェア系であれば、共同開発、実証実験、試作品づくり、部品・素材の調達などにおいて中堅・中小企業の優れた技術を取り込むことで得られるメリットは大きい。中堅・中小企業の意味決定が大企業に比べて速い点は、スタートアップにとって大きな魅力である（注66）。

ディープテック系を含め、スタートアップとの連携に動く企業がここに来て増加しているものの、これまでのところ企業側の取り組み姿勢が不十分なケースが散見される。企業がイノベーションの創出に向けて社外のリソースを活用するという意味合いでは「オープン」であるが、情報共有などの面においては「クローズド」が維持されがちである。情報流出への過度な警戒から、もしくは情報の公開・非公開の線引きが社内ではなされていないことから、差し障りのない情報までも企業からスタートアップへ提供されない事態が少なからず生じている模様である。共同で実証実験を行っても企業からスタートアップへのフィードバックがない、などの話も耳にする。企業がスタートアップに対して不当な要求を行うのは論外としても、格下や下請け扱いするなど、オープンイノベーションの前提となる対等な関係が必ずしも築かれていないケースもある。スタートアップにばかりリスクを負わせ、企業はリスク回避を徹底する、といった声もスタートアップ側から漏れ聞こえる。企業のこうした姿勢は、スタートアップの成長につながらないばかりか、スタートアップのもつ本来の強みを減殺させ、結局はイノベーションの創出にもつながらない恐れがある。

企業がディープテック・スタートアップとの連携を強化する本来の目的は、ディープテック・スタートアップと対等な関係のもとで情報や意見を出し合い、一定のリスクをとりながら共創し、場合によってはスタートアップの買収に至ることのはずである。それによって、企業は自社だけで取り組む場合に比べて効率的にイノベーションを創出できる。同時にそれは、ディープテック・スタートアップの成長を後押しすることにつながる。

（注59）文部科学省 科学技術・学術政策研究所「科学技術指標2022 調査資料-318」2022年8月。

（注60）補助金・助成金は通常、事業終了後に交付される。途中で一部が交付される概算払いが行われる場合もあるが、いずれにおいても採択から交付までには時間的ラグがある。

（注61）現在も、大学発のディープテック・スタートアップを支援するプログラムは、数は少ないながら存在する。例えば1st Roundは、国内13の大学による共催で、大学における技術シーズの事業化を支援するプログラム。採択されたスタートアップは、資金支援のほか、ハンズオン支援や専門家による無料相談が受けられる。

（注62）例えば、北海道大学は人獣共通感染症、山形大学は有機材料・有機エレクトロニクス、信州大学は高分子・繊維材料、長崎大学は海洋生物の細胞生化学に強みを有する。（文部科学省「大学の機能別分化の進捗状況」（中央教育審議会第127回、資料2）2018年1月26日）

（注63）例えば、東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構では、平日15時から15時30分をホールでのティータイムの時間とし、すべての研究者および来訪者に参加を求めている。異分野の研究者同士が気軽に議論や情報交換を行ってこそ、新しいアイデアが出てくることを期待してのものである。沖縄科学技術大学院大学でも、同様の趣旨から毎月1回、ティータイムの時間が設けられている。

（注64）ユーグレナも、ミドリムシの大量培養に成功したものの、「前例がない」として500社にスポンサーを断られて資金ショートに陥るなか、2008年5月に伊藤忠商事からの出資が決まった。それによって同社への信頼感が一気に高まり、新日本石油（現・ENEOSホールディングス）、ANA、清水建設、日立プラントテクノロジー（現・日立製作所）、電通などとの連携が実現した。（日興フロッギー「ミドリムシの夢を追いかける人生に苦しきなんて存在しない【中編】」SMBC日興証券、2016年11月10日、<https://froggy.smbcnikko.co.jp/1126/>）

（注65）投資家としては、スタートアップが状況に応じてM&AかIPOのうち、より有利な方法でエグジットできることが望ましい。

（注66）スタートアップ全般と中小企業との連携については岩崎・岡田 [2023] を参照のこと。

7. おわりに

本稿では、ディープテック分野であれば世界で活躍するスタートアップを日本から輩出できるのではないかとの問題意識のもと、議論を進めてきた。グローバル経済における日本の存在感の向上という観点に立脚した議論であるが、日本にとってそれ以上に重要なのは、ディープテック・スタートアップを輩出することそれ自体の効果である。ディープテック・スタートアップの多くは何らかの社会課題に挑んでいる。さまざまな社会課題に多数のディープテック・スタートアップが挑むなかで、社会が抱える課題も解決に向けて前進することになる。ここにディープテック・スタートアップの存在価値があり、だからこそ、政府を含め多様な人材・組織が、金銭的リターン以外からもディープテック・スタートアップを支援している。

日本では、ディープテック・スタートアップが地域の活性化にも寄与し得る点について付言したい。日本のスタートアップはこれまでのところ東京一極集中が著しい（注67）。しかし、日本の大学は全国に点在し、しかも各大学には強みのある専門分野があり、多くの研究成果を蓄積している。行政や地元企業からの後押しなど少しのきっかけがあれば、地域から大学発のディープテック・スタートアップが数多く誕生することは決して夢物語でない。それが実現すると、スタートアップの東京一極集中が解消されるばかりか、若者にとって魅力的な就職先が創出され若年層人口の流出に歯止めがかかったり、地元企業が刺激を受けたりするなど、地域全体の活性化にもつながることになる。

このように、ディープテック・スタートアップが増えると、その効果は社会の広範な分野に及ぶことが期待できるだけに、促進する意義は大きいといえよう。

（注67）日本では、過去10年間（2013～2022年）、投資資金全体の約8割を東京を本社とするスタートアップが獲得している。（INITIAL[2023]）

（注68）ここではDifferentFunds [2020] ほかを参考にした。

<参考>アメリカにおけるディープテック・スタートアップのステージ別資金調達先の具体例（注68）

(a) プレシード・ステージ（事業アイデアの検討）およびシード・ステージ（事業計画の作成、試作品の開発）

事業の準備段階に当たり、実際に事業を開始するか、また、開始したとしても事業として成り立つかは不透明であり、投資対象になりにくい。このため、外部資金としては、政府からの補助金・助成金のほか、エンジェル投資家、フィランソロピー組織、ファミリー・オフィスからの調達が中心となる。エンジェル投資家は金銭的リターンの確保だけでなく、若い起業家を応援し夢に寄り添いたいという意図をもつ。また、フィランソロピー組織やファミリー・オフィスも同様に、当該スタートアップが解決しようとする特定の社会課題に共感しそれを後押しするために投資するという色彩が濃い。

シード・ステージにおいて試作品開発が順調に進むなど、ある程度手応えが感じられた後に、ディープテックに投資するVC（以下、ディープテックVC）が参入し始める。

(b) アーリー・ステージ（完成品の開発）

事業を開始した段階であり、PMF（Product Market Fit）、つまり製品が市場に受け入れられる状態になることを目指して製品開発を重ね、必要とする資金額も大幅に増える。ソフトウェア系スタートアップであれば、この段階で一般VCが本格参入するものの、ディープテック・スタートアップの場合、①世界的に将来性が注目される事業分野である、②著名起業家が経営陣に名を連ねている、③相対的に低リスクである、といった事情がない限り、依然として投資対象となりにくい。このため、補助金・助成金、フィランソロピー組織、ファミリー・オフィス、ディープテックVCから引き続き資金を調達することになる。この段階でCVCが新規事業開拓や自社製品とのシナジー効果などを狙って参入する。

(c) ミドル・ステージ（量産化）

完成品が出来上がると、量産化のために必要とする資金はさらに高額となり、ディープテックVCでは対応しきれないことが多い。その一方で、完成品が存在し事業の成否の判断材料が増えることから、一般VCが参入しやすくなり、市場原理にゆだねることができるとして補助金・助成金の流入がなくなる人が多い。

(d) レイター・ステージ（事業の安定化）

この段階に入ると経営破綻のリスクが大幅に低下し、銀行融資が可能になる。

(2023.8.14)

参考文献

- ・ BCG and Hello Tomorrow [2021]. *The Deep Tech Investment Paradox: a call to redesign the investor model*.
- ・ Dealroom.co, Sifted [2021]. *The European Deep Tech Report 2021 Edition*, January.
- ・ Dealroom.co, Lakestar, Walden Catalyst [2023]. *The European Deep Tech Report 2023 Edition*, January.
- ・ DifferentFunds [2020]. *Deep Tech Investing Report*, March.
- ・ European Innovation Council [2022]. *Backing Visionary Entrepreneurs – Realising the Deep-Tech Entrepreneurial Talent of Europe*, European Union, April.
- ・ INITIAL [2023]. 「Japan Startup Finance 2022」 1月31日
- ・ 岩崎薫里・岡田直樹 [2023]. 「中小企業によるスタートアップとのオープンイノベーション」日本総合研究所『JRIレビュー』Vol.5, No.108
- ・ 馬田隆明 [2022]. 「Deep Techスタートアップ入門（1）Deep Techスタートアップとは何か」 8月24日 (<https://speakerdeck.com/tumada/deep-tech-sutatoatuputohahe-ka>)
- ・ 価値創造研究所 [2022]. 「大学発ベンチャーの実態等に関する調査」 5月
- ・ 価値創造研究所 [2005]. 「大学発ベンチャーに関する基礎調査 実施報告書」 4月

- ・ 経済産業省 [2020]. 「令和元年度大学発ベンチャー実態等調査 結果概要」 5月
- ・ 小林信一 [2019]. 「産学連携とベンチャーキャピタル」 広島大学 『高等教育研究』 第22集
- ・ 特許庁 [2022]. 「令和3年度特許庁調査研究報告書:スタートアップが直面する知的財産の課題に関する調査研究」
- ・ 中島徹 [2019]. 「かつてディープテック大国だった日本」 Diamond 『ハーバード・ビジネス・レビュー』 2月14日 (<https://dhbr.diamond.jp/articles/-/5739>)
- ・ 服部健一 [2020]. 「ベンチャーエコシステムの現状と新産業創造への意味合い」 研究・イノベーション学会 『研究技術計画』 Vol.35, No. 2
- ・ ベンチャーエンタープライズセンター [2021]. 「ベンチャー企業の皆様や起業を志す皆様へ 第2章:ベンチャー企業向けアンケート調査」 12月10日